

EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Märtin Männama

**BIOSTIMULANTIDE MÕJU SÖÖGIPEEDI JA
PORGANDI SAAGIKUSELE JA SAAGI KVALITEEDILE**

**EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON THE YIELD AND
YIELD QUALITY OF BEETROOT AND CARROT**

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: lektor Priit Põldma

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö / Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Märtn Männama		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Biostimulantide mõju söögipeedi ja porgandi saagikusele ja saagi kvaliteedile			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 18	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond: Aiandus Uurimisvaldkond: 1.6 Põllumajandusteadus Juhendaja(d): lektor Priit Põldma Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2017			
<p>Nõudlus maheköögiviljade järele on viimastel aastatel pidevalt kasvanud. Leidub mitmeid kaubanduslikke väetisi ja taimede kasvu parandajaid ehk biostimulante, mida on lubatud mahetootjatel kasutada. Käesoleva uurimistöö eesmärk oli hinnata 4 biostimulandi (humistar, Bioreveil, AllGrow, Efektiivsed mikroorganismid – EM) ja ühe väetise(Vinasse) mõju söögipeedi ja porgandi saagile ja saagi kvaliteedile mahetootmise tingimustes. Selleks viidi läbi põldkatse.</p>			
<p>Katses olnud preparaatidel ei olnud statistiliselt olulist mõju söögipeedi kaubanduslikule saagile ega magneesiumisisaldusele. Söögipeedi kogusaak oli oluliselt väiksem Bioreveiliga väetatud variandis. Söögipeedi nitraatide sisaldus oli oluliselt väiksem kõikide preparaatide kasutamisel. Söögipeedi lämmastiksisaldus oli oluliselt väiksem Vinasse'i, Bioreveili, AllGrow ja Emi kasutamisel, Söögipeedi fosforisisaldus oli oluliselt väiksem AllGrow, Bioreveili ja Emi kasutamisel. Söögipeedi kaaliumisisaldus oli oluliselt väiksem Emi ja Bioreveili kasutamisel. Söögipeedi kaltsiumisisaldus oli oluliselt väiksem AllGrow, Bioreveili ja Emi kasutamisel.</p>			
<p>Porgandi kogusaaki ega kaubanduslikku saaki ei mõjutanud mitte ükski katses olnud preparaatidest. Porgandi kvaliteedinäitajatest ei olnud katses kasutatud preparaatidel olulist mõju nitraatide sisaldusele, kaaliumi- ega magneesiumisisaldusele. Porgandi lämmastiksisaldus oli võrreldes kontrollvariandiga oluliselt väiksem AllGrow ja Emi kasutamisel. Porgandi fosforisisaldus oli oluliselt suurem Humistariga väetatud variandis. Porgandi kaltsiumisisaldus oli oluliselt väiksem kõikide preparaatide kasutamisel.</p>			
<p>Selliste tulemuste põhjuseks olid tõenäoliselt ebasoodsad kasvutingimused kasvuperioodil. Välistada ei saa ka teisi tegureid.</p>			
Märksõnad: söögipeet, porgand, biostimulant, väetis, mahetootmine			



Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Märtin Männama		Specialty: horticulture	
Title: Effect of biostimulants on the yield and yield quality of beetroot and carrot			
Pages: 45	Figures: 18	Tables: 0	Appendixes: 1
Department: Horticulture Field of research: 1.6 Agricultural research Supervisors: Priit Põldma Place and date: Tartu 2017			
<i>Demand for organically grown vegetables has increased during recent years. There are many commercially available plant growth enhancers called biostimulants and fertilizers that are allowed to use in organic farming. The aim of the current study was to evaluate the effect of 4 biostimulants (Humistar, Bioreveil, AllGrow, Effective microorganisms – EM) and Vinasse on the yield and yield quality of red beet and carrot in field conditions in organic production environment.</i>			
<i>Results showed that none of the biostimulants used in the experiment had significant influence on the marketable yield and magnesium content of red beet. Total yield of red beet was significantly decreased in Bioreveil treatment. Nitrate content of red beet was significantly decreased in all treatments compared to the control. Nitrogen content of red beet was significantly decreased in Vinasse, Bioreveil, AllGrow and EM treatments. Phosphorus content of red beet was significantly decreased in AllGrow, Bioreveil and EM treatment. Potassium content of red beet was significantly decreased in EM and Bioreveil treatment, Calcium content of red beet was significantly decreased in AllGrow, Bioreveil and EM treatments.</i>			
<i>Total Yield and marketable yield of carrot was not significantly influenced by any of the biostimulants used in this experiment. None of the preparations had significant influence on nitrate, potassium and magnesium content of carrot. Nitrogen content of carrot was significantly decreased in AllGrow and EM treatments compared to the control. Phosphorus content of carrot was significantly higher in Humistar treatment. Calcium content of carrot was significantly reduced in all treatments compared to the control.</i>			
One possible explanation for such results is a dry and hot weather in the growing period. But there can be also other factors influencing the results.			
Keywords: red beet, carrot, biostimulant, fertilizer, organic farming			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1 Humiained ja nende mõju taimedele	7
1.2 Pärmseened ja nende mõju taimedele	10
1.3 Vetikaekstraktid ja nende mõju taimedele	13
1.4 Efektiivsed mikroorganismid ja nende mõju taimedele	15
1.5 Vinass ja selle mõju taimedele	16
2 MATERJAL JA METOODIKA	18
2.1 Katsekoha iseloomustus	18
2.1.1 Meteoroloogilised tingimused	18
2.1.2 Mullastik	18
2.2 Katses kasutatud biostimulandid	18
2.2.1 Humistar	18
2.2.2 Bioreveil	20
2.2.3 AllGrow	20
2.2.4 Efektiivsed mikroorganismid EM5	20
2.2.5 Vinass	21
2.3 Põldkatse, saagi keemilised analüüsid, mullaanalüüsid ja andmeanalüüs	21
3 TULEMUSED	22
3.1 Söögipeedi saagikus	22
3.2 Söögipeedi kvaliteedinäitajad	22
3.3 Porgandi saagikus	24
3.4 Porgandi kvaliteedinäitajad	24
4 ARUTELU	33
KOKKUVÕTE	35
KASUTATUD KIRJANDUS	37
Summary	44
LISAD	46

SISSEJUHATUS

Peet pärineb Põhja-Aafrikast, kust see levis edasi vahemere maadesse ja sealt Aasiasse ja Euroopasse. Peet kuulub maltsaliste sugukonda ja on kaheaastane taim. Vahel ka püsik (Neelwarne & Halagur, 2012). Peedi kultuurvormid on söögi-, sööda, leht- ja suhkrupeet. Söögipeet (*Beta vulgaris L. ssp. esculenta*) on tuntud ka punapeedi ja aedpeedi nime all (Meensalu et al., 1988).

Porgand (*Daucus carota L.* on vana kultuurtaim. Teda kasutati ravim- ja toidutaimena juba rohkem kui 2000 aastat tagasi. Aastasadade vältel kujunesid metsikutest eellastest inimese kaasabil välja lihaka juurviljaga kultuurvormid. Metsikut porgandit leidub veel praegugi kõikjal Euroopas, vahemeremaades ja Aasias. Porgand hakkas Euroopas ulatuslikult levima 14...15 sajandil (Meensalu et al., 1988).

2016. aastal kasvatati Põllumajandusameti andmetel Eestis mahedat avamaaköögivilja 81,5 hektaril. Sellest söögipeeti 2,3 ja porgandit 11,4 hektaril (Põllumajandusamet, 2017).

Sõna „biostimulant“ on juba mõnda aega kasutusel, aga kusagil maailmas ei ole seda regulatsioonides senini defineeritud, isegi mitte Euroopa Liidus ega USA-s. Teadlased liigitavad biostimulantide alla teatud ühendid, nagu humiinained, vetikaekstraktid ja muud taimedest eraldatud ühendid, aminohapped ja muud lämmastikku sisaldavad ühendid, kitiinist saadud ühendid ja mõned anorgaanilised ühendid. Samuti vabalt elavad või sümbioosis olevad bakterid ja seened (du Jardin, 2015).

Biostimulantide all mõistetakse ühendeid või mikroorganisme, mis parandavad taimedel toitainete omastamist, abiootilise stressi taluvust ja saagi kvaliteeti, parandavad mulla omadusi ja soodustavad mulla mikroorganismide arengut, parandavad taimedel vee omastamist. Biostimulantide hulka kuuluvad tooted, mis sisaldavad mõningal määral taimede toitaineid, kuid mida siiski ei peeta väetisteks ega pestitsiidideks (Calvo et al., 2014). Biostimulandid toimivad taimedele väetistest erinevate mehhanismide kaudu. Biostimulandid erinevad taimekaitsevahenditest selle pärast, et need toimivad taimede ainevahetusele, mitte otseselt taimekahjustajatele. Biostimulandid tõstavad teiste sisendite, eriti väetiste, efektiivsust. (EBIC, 2017). Biostimulantidega on võimalik parandada fosforväetiste efektiivsust (Fernández et al., 2016).

Antud uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada viie preparaadi: Humistar, Bioreveil, AllGrow, Efektiivsed mikroorganismid (EM) ja Vinasse mõju söögipeedi ja porgandi saagikusele ja saagi kvaliteedile mahetootmise tingimustes. Vinasse'i võib pidada rohkem väetiseks kui biostimulandiks, sest see sisaldab olulisel määral taimede toitaineid, Töö käigus püstitati 2 hüpoteesi:

1. katsesse valitud preparaadid suurendavad mahetootmise tingimustes söögipeedi ja porgandi saagikust
2. Katsesse valitud preparaadid parandavad mahetootmise tingimustes söögipeedi ja porgandi saagi kvaliteeti.

Käesolevale uurimistööle kaasa aitamise eest soovin tänada oma juhendajat lektor Priit Põldmad, Eesti Maaülikooli taimebiokeemia laboratooriumi ja EV Maaeluministeeriumi projekti „Aiakultuuride kasvatus- ning taimekaitsetehnoloogiate täiustamine toodangu kvaliteedi konkurentsivõime suurendamise eesmärgil” rahastuse eest.

1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Humiinained ja nende mõju taimedele

Looduslikes elukeskkondades on humiinainetel väga oluline roll. Neid leidub nii maapealsetes kui veealustes ökosüsteemides. Humiinaineid peetakse maailmas üheks enam levinud orgaaniliste ühendite rühmaks. Mulla orgaanilisest ainest moodustavad need 85...90% ning mõjutavad mulla viljakusega seotud füüsikalisi-keemilisi omadusi. Humiinained jagatakse vastavalt lahustuvusele kolme rühma:

- Humiinhapped - ei lahustu vees pH väärtusel alla 2, Kõrgematel pH väärtustel muutuvad lahustuvaks
- Fulvohapped - lahustuvad vees kõigil pH väärtustel
- Humiinid - on vees lahustumatud kõigil pH väärtustel

Orgaanilise ainega toimub mullas samaaegselt humifikatsioon ja mineralisatsioon. Humiinained tekivadki humifikatsiooniprotsessi tulemusel. Mineralisatsiooni käigus orgaaniline aine mineraliseerub. Enne humifikatsiooniprotsessi peab orgaaniline aine läbima nii mehhaanilise kui mikrobioloogilise lagunemise. Humifikatsiooniprotsess jagatakse kaheks faasiks. Esiteks orgaaniline aine laguneb lihtsamateks orgaanilisteks ühenditeks. Teises faasis sünteesitakse nendest uuesti keerulisemad aga teistsugused orgaanilised ühendid. Nende protsesside käik sõltub orgaanilise aine omapärasest ja keskkonnast, milles need toimuvad. Mullas on peamiseks orgaanilise aine allikaks taimne materjal (Kosobucki & Buszewski, 2015).

Humiinainete struktuuri kohta on kolm enamlevinud teooriat. Ühe kohaselt on humiinained kõrgmolekulaarsed ühendid ja moodustavad lahuses juhuslikult kokkukeerdunud struktuure. Teise teooria järgi moodustavad humiinained struktuure, mis koosnevad suhteliselt väikestest molekulidest. Need molekulid on omavahel ühendatud nõrkade sidemetega. Kolmanda teooria järgi on humiinained lahuses mitsellidena või pseudomitselliliste struktuuridena.

Humiinainete vaheliste erinevustena tuuakse välja, et humiinhapped on suure molekulmassiga ühendid. Nende molekulmass jääb vahemikku 2000 Da (daltonit) veealustes materjalides ja kuni 10^6 Da mullast pärit materjalis. Fulvohapped on väiksema molekulmassiga vahemi-

kus 600...900 Da (Nardi et al., 2009). Sealsamas soovitatakse humiini nimetada hoopiski humiinaid sisaldavaks ühendiks, sest selle koostises on ka mittehumiinaid. Sealsamas mainitakse, et kõik eelpool nimetatud humiinaid sisaldavad rohkemal või vähemal määral teisi ühendeid, mis on nende struktuuri seotud. Nendeks on näiteks suhkrud, aminohapped ja polüsahhariidid. Praeguseks ei ole veel meetodit, millega täielikult eraldada humiinaid mittehumiinaidest. Võrreldes humiinhapetega on fulvohapped happelisemad, neil on rohkem karboksüülrühmi ning parem adsorptsiooni- ja ionivahetusvõime. Arvatakse, et väiksema molekulmassi tõttu liiguvad fulvohapped läbi looduslike või kunstlike membraanide mikropooride. Humiinhapped seda teha ei suuda (Calvo et al., 2014).

Humiinaid mõju taimedele sõltub paljudest asjaoludest nagu näiteks taime liigist, taimede kasvatustehnoloogiast ja kasvukeskkonna tingimustest, taimede vanusest, taimedele andmise viisist ja kogusest, algmaterjalist, millest humiinaid on saadud (Trevisan et al., 2010). Üheiduleheliste taimede reaktsioon lisaks antud humiinaidetele tundub olevat parem kui kaheiduleheliste reaktsioon. Selle erinevuse põhjust täpselt veel seletada ei osata. Samuti reageerivad taimed paremini humiinaidetele, mis on saadud kompostist, vermikompostist ja turbast. Neile humiinaidetele, mis on saadud pruunsöe põhjust materjalidest (nt leonardiidist), jääb taimede reaktsioon tagasihoidlikumaks (Canellas et al., 2015).

Humiinaid sisaldavad taimedele vajalikke toitaineid. Neid ei peeta siiski taimede peamiseks toitaite allikaks, kuna nad on seotud savimineraalidega agregaatideks ning nende mineralisatsioon toimub aeglaselt. Ometi on humiinaid võimelised mõjutama taimede ainevahetust (Canellas et al., 2015). Arvatakse, et humiinaid kas sisaldavad auksiine või avaldavad taimedele auksiinidega sarnast mõju. Auksiinid on taime kasvuhormoonid, mis soodustavad pikkuskasvu ja külgmiste juurte tekkimist. Ühte tuntumat auksiini - indool-3-äädikhapet toodavad taimed ka ise oma maapealsete osade apikaalses meristeemis. Juurteni transporditakse see floemi kaudu (Canellas & Olivares, 2014). Canellas et al. (2011) uurisid vermikompostist eraldatud humiinaidete mõju tomati külgmiste juurte kasvule. Kasutati sorti 'Micro-Tom'. Katses olid nii tavaline 'Micro-Tom' tomat kui ka sama sordi mutant, mis on muudetud väliste auksiinidele resistentseks (diageotropica mutant). Humiinaidetele töödeldud tavalise 'Micro-Tom' tomati seemikutel oli külgmisi juuri 2...3 korda rohkem võrreldes kontrolliga. Diageotropica mutant humiinaidetele ei reageerinud. Maisi seemikutel suurendas vermikompostist eraldatud humiinhapetega töötlemine külgmiste juurte algete hulka 7...12 korda (Canellas et al., 2002). Samas uuringus suurendas humiinhapetega töötlemine ka juurte pikkuskasvu ja pinda.

Humiinaid on võimelised suurendama taime rakkudes ensüümi plasmamembraani H^+ -ATPaas aktiivsust. Seda ensüümi nimetatakse ka prootonipumbaks. See ensüüm hüdrolüüsib ATP-d ja ajab H^+ ioonid rakumembraani välisküljele. See muudab rakukestas keskkonna happelisemaks, aktiveerib pH-le tundlikke ensüüme ja valke ning põhjustab rakukesta lõd-

venemise ja pikkuskasvu. Sellist teooriat nimetatakse happelise kasvukeskkonna teooriaks. Humiinainetega töötlemine on suurendanud rakkudes uute H^+ -ATPaaside sünteesi ja stimuleerinud vakuooli H^+ -ATPaase ja H^+ -pürofosfataasi. H^+ -ATPaaside stimuleerimine omakorda parandab taimedel toitainete omastamist tõhustades ioonide transporti läbi rakumembraani ja ergutades transportvalkude, mis vastutavad keerukamate ühendite liikumise eest rakku, tegevust.

Arvatakse, et taimede juured on võimelised humiinainete keerukamaid struktuure lagundama eritades ümbritsevasse keskkonda orgaanilisi happeid. Nendes keerukamates struktuurides võivadki seotud olla ühendid, mis toimivad taimedele kasvuregulaatoritena. Eraldunud lihtsama struktuuriga humiinained või koguni konkreetsed molekulid jõuavad taime juurtel olevate retseptoriteni ja avaldavad mõju (Canellas & Olivares, 2014). Nardi et al. (2009) järgi on leitud, et humiinained, eriti väikese molekulmassiga, võivad ka otse taime imenduda. ^{14}C isotoopidega märgistatud humiin- ja fulvohapped ühinevad juurte rakukestadega esimestel tundidel (3 h) pärast kokkupuudet ja seejärel (18 tunni pärast) on need juba rakkudesse imendunud (Berbara & García, 2014).

Humiinained võivad moodustada metalliioonidega erineva struktuuri ja keemiliste omadustega kompleksühendeid ja mõjutada taimede varustatust toitainetega ning ainevahetust. Humiinained seovad metalliioone tänu hapnikku sisaldavatele funktsionaalsetele rühmadele. Arvestades, et humiinained moodustavad metalliioonidega kelaate ja stimuleerivad juurte kasvu, peetakse üheks nende kasulikuks toimeks taimede paremat toitainete omastamist (Calvo et al., 2014).

Laboritingimustes on humiinhapetega töötlemine vähendanud riisitaimedel põuastressist tulenevaid kahjustusi. Humiinhapetega töödeldud taimedel oli suurem veesisaldus. Paranes taimede kasv, suurenes biomass ning vähenes rakumembraanide läbilaskvus (García, 2012).

Laborikatses maisiseemikutega suurendas leonardiidist isoleeritud humiinhapetega töötlemine juurte kuivmassi 11% ja lehtede kuivmassi 13%. Samuti suurenes klorofüll a ja klorofüll b sisaldus, lehtede proteiinisaldus 18%, juurte glükoosisaldus 14%, juurte fruktoosisaldus 12%, lehtede glükoosisaldus 104%, lehtede fruktoosisaldus 126%. Samuti suurenes mõnede fenoolsete ühendite sisaldus taimede juurtes ja lehtedes (Ertani et al., 2011).

Türgis tehtud mahetootmise katses kasutati humiinhapete preparaati paprikal. Katse viidi läbi kasvuhoones. Preparaati anti nii juurekaudselt kui lehekaudselt. Saagikus suurenes humiinhapete lehekaudselt andmisel. Juurekaudselt andmisel aga mitte. Varajane saagikus suurenes lehekaudselt ja juurekaudselt andmisel. Vilja keskmine mass suurenes lehekaudselt andmisel. Vilja kõvadus, vilja diameeter ja vilja pikkus ei erinenud variantide vahel. Lahustuvate suhkrute sisaldus ja redutseerivate suhkrute sisaldus suurenesid humiinhapete juurekaudselt andmisel. Klorofüll a sisalduses ei olnud olulisi erinevusi. Klorofüll b ja kogu klorofüll sisaldus suurenes juurekaudselt andmisel (Karakurt et al., 2009).

Põhja-Egiptuses tehtud põldkatses kasutati humiinhapete preparaati kurgil. Katse toimus liivmullal. Humiinhapete preparaati anti taimedele lehekaudselt. Humiinhapete preparaadi kasutamisel suurenesid õite ja viljade arv taime kohta, vilja keskmine mass, vilja pikkus, vilja diameeter ja saagikus ning lehtede N, P, K, Ca ja Mg sisaldus (El-Nemr et al., 2012).

Iraanis tehtud katses kasutati fulvohapete preparaati paprikal. Preparaati anti taimedele kastmisveega juurekaudselt. Fulvohapete kasutamine mõjutas viljade antioksidatiivset aktiivsust. Fulvohapete kasutamine suurendas viljade fenoolsete ühendite sisaldust, süsivesikute sisaldust, kapsaitsiini sisaldust, lükopeeni ja b-karoteeni sisaldust, tiitritavat happesust ja Brix-i näitu. Viljade C-vitamiini sisaldusele ei olnud fulvohapete kasutamisel olulist mõju (Aminifard et al., 2012).

Eestis on uuritud vermikompostil põhineva humiainete preparaadi „Rupronics” mõju kartuli 'Ants' ja 'Laura' saagikusele, kaubanduslikule saagile ja mugulate tärglisesisaldusele. Humiainete preparaadil ei olnud mõju taime mugulate arvule. Humiainained suurendasid mugulate keskmist massi sordil 'Ants', mugulate kaubanduslikku saaki mõlemal sordil, sordi 'Laura' kaubaliste mugulate protsenti, sordi 'Ants' mugulate tärglisesisaldust (Margus et al., 2014). Teises katses, sama preparaadiga ja samade sortidega suurendasid humiainained nii kartuli kogusaaki kui kaubanduslikku saaki (Eremeev et al., 2015). Mugulate arv taime kohta suurenes sordil 'Laura', mugula keskmine mass suurenes sordil 'Ants'. Mugulate tärglisesisaldus suurenes oluliselt sordil 'Ants', tärglise saak suurenes mõlemal sordil.

On väidetud, et kaubanduslikud humiinhapete preparaadid on köögiviljakasvatustes ebaefektiivsed ja toimivad ainult väga väikese orgaanilise aine sisaldusega muldadel. Seda vähemalt nendes kogustes, mida tootjad kasutada soovivad. (Hartz & Bottoms, 2010). Mahoney et al. (2017) leidsid, et Kanadas tehtud põldkatsetes ei mõjutanud humiini- ega fulvohapete preparaatide kasutamine aedoa saagikust.

1.2 Pärmseened ja nende mõju taimedele

Pärmseeni leidub taimede lehtedel, vartel, õitel, viljadel, erinevatel taimede eritistel, nekrootilistel kudedel, mullas ja risosfääris. Võrreldes bakterite ja niidistikku moodustavate seentega, on pärmseente arvukus mullas suhteliselt madal. Pärmseeni leidub erineva struktuuri, niiskusesisalduse ja pH-ga muldades mitmesugustes kliimatingimustes ja asukohtades. Mõned pärmseened veedavad osa oma elust mullas, mõned elavad mullas kogu oma elu. Pärmseeni leidub eriti arvukalt kapsa, maisi, suhkrupeedi ja kaera juurtel. Mullas leidub pärmseeni kõige rohkem 2...10 cm sügavusel. Pärmseente vertikaalne jaotumine sõltub mulla poorsusest, sademetest, mullaharimisest, mullas elavatest loomadest ja putukatest, kes toituvad taimsetest jäänustest. Pärmseente arvukus on suviti suurem. Pärmseente arvukus mullas sõltub toitaine-

test ja seda on võimalik suurendada pärmseentele söödava materjali lisamisega. Samuti sõltub pärmseente arvukus mulla süsiniku- ja lämmastikisisaldusest. On väidetud, et pärmseeni leidub rohkem soojemate alade, näiteks Hispaania ja Itaalia, muldades ja vähem jahedamate piirkondade, näiteks Holland, Rootsi ja Soome, muldades. Mullast on leitud pärmseeni järgmistest perekondadest: *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Lipomyces*, *Pichia*, *Auriobasidium*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Schizoblastosporion*, *Sporobolomyces*, *Torulaspora*, *Torulopsis*, *Trichosporon*, *Kluyveromyces*, *Zygosaccharomyces* (El-Tarabily & Sivasithamparam, 2006).

Pärmseened mõjutavad taimi mitmel moel. Nad toodavad taimede kasvuhormoone nagu indool-3-äädikhape ja indool-3-püruuvhape, vähendavad raskmetallide toksilisust taimedele, muudavad toitained nagu fosfor ja tsink taimedele paremini omastatavaks, toodavad ACC deaminaasi, polüamiini ja siderofoore. Siderofoorid seovad enda külge keskkonnast rauda ja muudavad selle nii taimedele paremini omastatavaks. Samas muudavad siderofoorid raua patogeenidele raskemini kättesaadavaks ja pidurdavad seeläbi nende kasvu (Nutaratat et al., 2014). Polüamiini peetakse taime kasvuregulaatoriteks aga mitte hormoonideks, kuna nende kogus on tunduvalt suurem (El-Tarabily & Sivasithamparam, 2006). Pärmseened võivad tõrjuda taimedele patogeenseid seeni. Mõned pärmseened toodavad seente rakke lagundavaid ensüüme nagu kitinaas ja β -1,3-glükanaas või toksilisi lenduvaid ühendeid (Nutaratat et al., 2014). Pärmseeni on leitud ka elusate taimede kudedest nagu näiteks suhkruroo lehtedest ja vartest, tomati lehtedest, nisu lehtedest, banaani juurtest, riisi lehtedest (El-Tarabily & Sivasithamparam, 2006).

On näidatud, et maisi juurtes elav pärmseen *Williopsis saturnus* toodab taime kasvuhormoone indool-3-äädikhape ja indool-3-püruuvhape (Nassar et al., 2005). Samas uuringus suurendas antud pärmseen oluliselt maisiseemikute juurte ja võsude pikkust ning kuivmassi. Riisi seemnete pärmseentega töötlemine suurendas seemikute juurte ja maapealsete osade pikkust. Samas tehtud nõukatses, kus riisiseemikuid töödeldi pärmseentega, suurenes juurte pikkus, aga mitte maapealsete osade pikkus (on Amprayn et al., 2012). Katses kasutatud pärmseened tootsid indool-3-äädikhapet, ACC deaminaasi, polüamiini ja fütaasi ning olid võimelised muutma fosforit paremini omastatavaks.

Pärmiekstraktiga töötlemine on vähendanud taimedel abiootilise stressi mõjusid. Egiptuses tehtud katses parandas pärmseente ekstraktiga töötlemine nisul põuastressi kahjustusi. Pärmiekstraktiga töötlemisel suurenes taimedes lämmastiku, fosfori ja kaaliumi sisaldus. Saagielementidest suurenesid terade ja põhu saak, 1000 tera mass, võrsete arv ruutmeetri kohta, terade arv võrse kohta. Saagi kvaliteedinäitajatest suurenesid süsivesikute ja valgusisaldus ning vähenes kiusisaldus (Hammad & Ali, 2014). Pärmseente ekstraktiga töötlemine on vähendanud taimedel soolastressist tulenevaid kahjustusi. Aktiveeritud pärmiga lehekaudne töötlemine parandas hariliku leukeena taimede kasvu ja toorproteiini sisaldust soolastressi

tingimustes (Nassar et al., 2016). Pärmiekstraktiga töötlemine soolastressis parandas datlipalmi taimede kasvu ja klorofüllis sisaldust (Darwesh, 2013). Paprikaseemnete külviaalne pärmiekstraktiga töötlemine on soolastressi tingimustes vähendanud taimedel elektrolüütide leket, suurendanud veesisaldust, klorofüllis sisaldust, askorbiinhapet, proliini ja kogu fenoolide sisaldust (Arafa et al., 2014). Tegemist oli hüdroponikakatsega.

Egiptuses tehtud katses uuriti, kas pärmseened suudavad vähendada suhkrupeedi taimede nakatumist mustkärna tekitajaga (*Rhizoctonia solani*) ja soodustada taimede kasvu. Tegemist oli nõukatsega. Katses kasutati kolme pärmseent: *Candida valida*, *Rhodotorula glutinis* ja *Trichosporon asahii*. Iga pärmseen eraldi kui ka kõik kolm kokku vähendasid taimede tärkamisejärgset kui ka hilisemat nakatumist. Kõige parema tulemuse andis variant, kus kasutati korraga kõiki kolme pärmseent. Katses mõõdeti ka taimede juurte ja lehtede märgmassi. Pärmseentega töötlemine suurendas mõlemat näitajat nii mustkärna tekitaja olemasolul mullas kui ka selle puudumisel. Kõige suuremad olid juurte ja lehtede märgmass variantides, kus kasutati kõiki kolme pärmseent. Seda nii haigustekitaja olemasolul kui puudumisel. Taimede kasvu soodustavat toimet selgitati pärmseente võimega toota indool-3-äädikhapet, gibberelliinhapet jt. kasvuregulaatoreid (El-Tarabily, 2004).

Egiptuses tehtud katses uuriti aktiveeritud kuivpärmiga lehekaudse töötlemise mõju kurgile kasvuhoones. Pärmiga töötlemisel suurenesid taimede kõrgus, taime lehtede arv, lehtede märgmass, lehtede kuivmass, varte märgmass ja varte kuivmass. Saagielementidest suurendas pärmiga töötlemine vilja pikkust, vilja diameetrit, vilja massi, lahustuvate suhkrute sisaldust ja saaki, viljade lämmastiku, fosfori, kaaliumi, raua, vase, tsingi ja mangaani sisaldust (Shehata et al., 2012). Egiptuses tehtud katses töödeldi aeduba lehekaudselt pärmseente ekstraktiga. Vastavalt esimesel ja teisel kasvuperioodil suurenes kaunade arv taime kohta 29 ja 32%, seemnete arv taime kohta 32,04 ja 35,19% ja seemnete saak taime kohta 34,02 ja 36,61%. Saagi kvaliteedinäitajatest ei mõjutanud pärmiekstraktiga töötlemine seemnete süsivesikute sisaldust. Seemnete proteiinisaldus suurenes töötlemisel esimesel ja teisel kasvuaastal vastavalt 14,7 ja 8,6% (Nassar et al., 2011). Põhja-Egiptuses tehtud katses uuriti pärmiekstrakti mõju hernele. Saagi struktuurielementidest suurenesid herne varajane ja kogusaak, kauna pikkus, kauna mass, seemnete arv kaunas, 100 seemne mass, N, P, K, Fe, ja proteiini sisaldus (Mahmoud et al., 2013).

Portu et al. (2016) leidsid, et viinamarjade kasvu aegne töötlemine pärmseente ekstraktiga on suurendanud veinis polümerisatsiooniindeksit ja lenduvate hapete sisaldust. Pärmseente ekstraktiga töötlemise toimet suurenes nii viinamarjades kui veinis malvidiin-3-glükosiidi sisaldus. Samas kogu antotsüaanide sisaldus ei suurenenud. Pärmseente ekstraktiga töötlemisel oli viinamarjades väiksem kaaliumisisaldus ja veinis väiksem hüdroksükaneelhapet sisaldus.

1.3 Vetikaekstraktid ja nende mõju taimedele

Paljudel vetikatel on leitud taimede kasvu soodustav toime ja seepärast kasutatakse neid põllumajanduses väetistena. Vetikate kasutamine põllumajanduses on tuginenud talunike praktilistele kogemustele. Alates 1950-ndatest on vetikate kasutamine asendunud erinevatest vetikatest toodetud ekstraktidega. Vetikaekstrakte kasutatakse praegusel ajal biostimulantidena. Vetikaekstraktid on isegi väikestes kogustes võimelised taimedele mõjuma. Näiteks parandavad need taimede kasvu, soodustavad õitsemist, suurendavad saaki, parandavad saagi kvaliteeti ning toitainete sisaldust ja säilivust. Samuti parandavad vetikaekstraktid taimede vastupanuvõimet abiootilisele stressile nagu põud, liigne soolsus ja suured temperatuuri kõikumised. Soovituslikes kogustes kasutamisel peetakse vetikaekstraktide toitainete sisaldust (eriti N, P, K) liiga väikeseks. Arvatakse, et taimede kasvu soodustav mõju tuleneb vetikaekstraktides leiduvatest taime kasvuregulaatoritest.

Vetikaekstraktid on aianduses kõige enam kasutatavad vetikaproduktid. Need võivad olla kas vedelal kujul või lahustuva pulbrina. Vedelekstrakte antakse taimede juurte ligidale segatuna kastmisveega. Vetikaekstrakte kasutatakse ka taimede lehekaudseks väetamiseks. Kõige efektiivsemaks on see osutunud hommikul, kui taimede õhulõhed on avatud. Vetikaekstraktide efektiivsus sõltub ka taimede kasvufaasist. Näiteks on suurenenud kartuli mugulasaak, kui vetikaekstrakti anti 2 nädalat pärast mugulate moodustumist.

Põllumajanduses kasutatavaid vetikaekstrakte toodetakse kõige enam pruunvetikatest. Enim kasutatavamad on *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima*, *Macrocystis pyrifera* ja *Durvillea potatorum* (Battacharyya et al., 2015). Vetikaekstrakte toodetakse ka mikrovetikatest (Craigie, 2011). Vetikaekstraktide tootmiseks kasutatakse erinevaid tehnoloogiaid, näiteks alustega, hapetega ja veega ekstraheerimine kuumutamise või ilma, rakkude füüsiline purustamine madalal temperatuuril või kõrge rõhu juures. Enamasti ekstraktide tootjad oma tootmisprotsessi ei avalda (Calvo et al., 2014). Ekstrakti keemiline koostis sõltub ekstraheerimise meetodist ja kemikaalidest, mida tootmisprotsessis kasutatakse. Seega samast toorainest saadud ekstrakti omadused võivad suuresti erineda (Battacharyya et al., 2015).

Pruunvetikatest toodetud ekstraktid sisaldavad erinevaid mineraalelemente ja orgaanilisi ühendeid. Mineraalelementidest on neis lämmastikku, fosforit, kaaliumi, kaltsiumi, rauda, magneesiumi, tsinki, naatriumi ja väävlit. Orgaanilistest ühenditest sisaldavad pruunvetikaekstraktid betaiine, aminohappeid, bioaktiivseid sekundaarseid metaboliite, vitamiine ja vitamiinide prekursoreid. Üks põhilisi komponente kõigis vetikaekstraktides on polüsahhariidid, mis võivad moodustada ekstrakti kuivmassist 30...40%. Need parandavad taimede kasvu ja suurendavad vastupanuvõimet patogeensetele seentele ja bakteritele. Vetikad, eriti pruunvetikad sisaldavad rikkalikult fenoolseid ühendeid. Need toimivad antioksüdantidena ning suudavad metalliioone enda külge siduda. Vetikaekstraktid sisaldavad erinevaid taimede

kasvuhormoone nagu auksiinid, tsütokiniinid, giberelliinid, abtsiishape ja brassinosteroidid. Mõned pruunvetikad sisaldavad osmolüüte nagu mannitool, mis vähendab abiootilise stressi mõju. Mannitool võib moodustada kelaate ja seega aidata mullast raskesti omastatavaid toit-aineid paremini kätte saada. Vetikaekstraktides leidub ühend, mis mõjub plasmamembraani prootonipumpadele ja põhjustab vesinikioonide eritumist apoplasti ning muudab juurte ümb-
ruse happelisemaks. See muudab toitained taimedele paremini kätte saadavaks (Battacharyya et al., 2015). *A. nodosumi* ekstrakt on suurendanud lutsernil juuremügarate arvu (Khan et al., 2012). Pruunvetikaekstraktid on soodustanud taimedega sümbioosis olevate seente kasvu ja juurte koloniseerimist. See omakorda parandab fosfori kättesaadavust (Battacharyya et al., 2015).

Vetikaekstraktide mõju taimedele on sarnane fütohormoonide mõjuga. Väikestes kogustes soodustavad need taimede kasvu. Suurtes kogustes hoopiski pidurdavad seda. pruunveti-
kaekstraktid sisaldavad selliseid taime kasvuhormoone nagu indooläädikhape, tsütokiniin, giberelliin, polüamiinid ja abtsiishape. Konkreetse vetikaekstrakti mõju sõltub sellest, mil-
liseid vetikaid on selle tegemiseks kasutatud ning sellest, kuidas vetikaid hiljem töödeldud on. Samuti võib vetikaekstrakti mõju muutuda pikaajalisel säilitamisel (Battacharyya et al., 2015). Vetikaekstraktide fütohormoonidele sarnast mõju võivad põhjustada ka mingid teised ühendid peale hormoonide. Wally et al. (2013) leidsid, et vetikaekstraktide fütohormoonide sisaldus jääb liiga väikeseks, et avaldada toimet, kui neid antakse põllule soovitatavates ko-
gustes. Sealsamas arvatakse, et hormoonidele sarnast mõju taimedele põhjustab mingi selline molekul, mis mõjutab taimes endogeenset hormoonide sünteesi.

Kanadas tehtud katses uuriti vetikaekstrakti mõju porgandile. Kasutati sorte 'Maverick' ja 'Pronto'. Mõlemal sordil suurenesid juurte mass ja kogu biomass (Alam et al., 2013). Pakista-
nis tehtud katses kasutati vetikaekstrakti kartuli lehekaudseks väetamiseks. Vetikaekstrakti kasutamisel suurenesid mugula saak hektari kohta, mugula saak taime kohta, mugulate lämmastiku- ja kaaliumisisaldus. Fosforisisaldus vähenes. Samuti suurenesid Brix-i näit ja mugulate proteiinisaldus. Vetikaekstraktil ei olnud mõju mugulate arvule taime kohta ega mugulate kuivmassile (Haider et al., 2012). Poolas tehtud katses kasutati vetikaekst-
rakti porgandi 'Karotan' lehekaudseks väetamiseks. Vetikaekstrakti kasutamisel suurenesid magneesiumi-, fosfori-, kaltsiumi-, lämmastiku- ja kaaliumisisaldus (Szczepanek et al., 2015). Iirimaal tehtud katses sibulaga suurendas vetikaekstraktiga väetamine fenoolsete ühendite ja flavonoidide sisaldust. Kreekas tehtud katses kartulil ei suurendanud vetikaekstrakti kasutami-
ne fenoolide sisaldust. Flavonoidide sisaldus suurenes nii sibulal kui kartulil vetikaekstraktiga väetamisel. Vetikaekstraktil ei olnud mõju kummagi kultuuri saagile (Lola-Luz et al., 2014). Tomatiga tehtud kasvuhoonekatses on mikrovetikatel põhinev biostimulant suurendanud taime kõrgust, juurte pikkust, lehtede arvu, lehtede pinda ja viljade massi taime kohta. Samas katses kasutatud makrovetikatel põhinev biostimulant suurendas juurte pikkust ja viljade massi taime
kohta (Oancea et al., 2013).

Nõukatses on vetikaekstrakti kasutamine suurendanud baklažaanil viljade arvu 34% ja vilja massi 33% (Ramya et al., 2015). Indias tehtud põldkatses suurendas vetikaekstrakti „Phyton-T” kasutamine kartuli hektarisaaki ja mugulate arvu taime kohta (Siddagangaiah et al., 2010).

Ali et al. (2016) leidsid, et troopilistes tingimustes on vetikaekstrakti kasutamine põldkatses suurendanud tomati saaki taime kohta 63% ja kasvuhoonekatses 54%. Kasvuhoonekatses suurenes vetikaekstrakti kasutamisel suuremate viljade (>70 g) hulk, viljade hulk kobaras, viljade lämmastiku, fosfori, kaaliumi, raua, tsingi ja vase sisaldus.

1.4 Efektiivsed mikroorganismid ja nende mõju taimedele

Efektiivsed mikroorganismid (EM) sisaldab umbes 80 liiki mikroorganisme. Nende hulgas on fotosünteesivad bakterid, piimhappebakterid, pärmid, aktinomütseedid ja seened perekonnadest *Aspergillus* ja *Penicillium*. Efektiivsed mikroorganismid parandavad taimede kasvu ja saagikust. Nad suurendavad fotosünteesi, toodavad hormoone ja ensüüme, hoiavad haigusi kontrolli all ja kiirendavad mullas ligniinirohke materjali lagunemist (Hu & Qi, 2013). Efektiivsete mikroorganismide kasutamine on suurendanud mullas mikroobide arvukust, lämmastiku-, orgaanilise süsiniku, kaaliumi- ja magneesiumisisaldust (Illani Zuraihah et al., 2012).

Algselt töötati välja 5 erinevat varianti efektiivseid mikroorganisme. EM1 sisaldas peamiselt kuuma taluvaid niidistikku moodustavaid seeni, mis kiirendasid orgaanilise aine lagunemist. See töötati välja komposti kiireks valmistamiseks. Enam EM1-e ei toodeta. EM-2-te kasutatakse taimede kaitseks haigustekitajate ja kahjurputukate eest. See koosneb peamiselt perekonna *Streptomyces* liikidest, kes toodavad kahjulikke mikroorganisme allasuruvaid antibiootikume. Samuti sisaldab see väiksemal hulgal fotosünteesivaid baktereid, pärme ja hallitusseeni. EM-3 koosneb suuremas osas fotosünteesivatest bakteritest. Väiksemal hulgal ka aktinomütseetidest ja pärmidest. See preparaat parandab taimede kasvu, saaki ja saagi kvaliteeti ning mulla omadusi. EM4 koosneb peamiselt piimhappebakteritest. Väiksemal hulgal ka fotosünteesivatest bakteritest, perekonna *Streptomyces* liikidest ja pärmidest. See kiirendab orgaanilise aine lagunemist ja soodustab taimede paremat toitainetega varustatust. Samuti surub see alla kahjurputukaid ja patogeenseid mikroorganisme. EM-5 saadakse EM-2, EM3 ja EM4 kokkusegamisel. Seda kasutatakse kahjurputukate eemale peletamiseks ja kahjulike mikroorganismide allasurumiseks. EM-5 leiab kasutust eelkõige viljapuude ja köögiviljade kasvatuses (Javaid, 2010).

Efektiivsete mikroorganismidega väetamine on soolastressi tingimustes suurendanud aedoa seemnete arvu taime kohta, seemnete saaki taime kohta, seemnete lämmastiku-, fosfori-,

kaaliumi-, magneesiumi-, kaltsiumi-, raua-, tsingi- ja vasesisaldust ning vähendanud naatriumisisaldust (Talaat et al., 2015).

Hispaanias tehtud põldkatses suurendas Efektiivsete mikroorganismidega väetamine lehtpeedi kaltsiumi- ja magneesiumisisaldust. Kaaliumi-, fosfori- ja naatriumisisaldust aga mitte (Daiss et al., 2008). Uus-Meremaal tehtud põldkatses on efektiivsed mikroorganismid segus melassiga suurendanud sibula saagikust 29% ja kõrgeklassiliste sibulate hulka 76%. Herne saagikus suurenes 31% ja suhkrumaisi tõlvikute mass 23% (Daly & Stewart, 1999). Šveitsis tehtud kasvuhoonekatses suurendas efektiivsete mikroorganismide kasutamine tomati viljade arvu taime kohta 61% (Megali et al., 2014). Hiinas tehtud pikaajalises põldkatses suurendas efektiivsete mikroorganismide kasutamine koos kompostiga nisu saagikust, terade lämmastiku-, fosfori- ja kaaliumisisaldust (Hu & Qi, 2013).

Eestis tehtud katsetes on EM suurendanud kaalika sordi 'Globus' saaki 26,65% ja kaltsiumisisaldust (Olle, 2013), põldherne sordi 'Mehis' saaki 43%, lämmastikuisaldust 2%, magneesiumisisaldust 12% (Olle & Narits, 2015). Taliküüslaugu 'Ziemiai' saak on efektiivsete mikroorganismide kasutamisel suurenenud 27%. EM ei mõjutanud oluliselt taliküüslaugu kaltsiumisisaldust (Olle, 2015).

Efektiivseid mikroorganisme kasutatakse lisaks mulda andmisele ka lehekaudseks väetamiseks. See praktika on suurendanud köögiviljade saagikust ka siis, kui mulda ei ole täiendavat orgaanilist materjali antud. Samas alati ei ole ka lehekaudsel väetamisel efektiivsetel mikroorganismidel mõju olnud (Javaid, 2010). Šveitsis tehtud põldkatses ei mõjutanud efektiivsete mikroorganismide kasutamine kartuli, lutserni, taliodra ega talinisu saagikust (Mayer et al., 2010).

1.5 Vinass ja selle mõju taimedele

Vinass on destilleerimise jääkprodukt, mida saadakse maisi, nisu, riisi, kartuli, suhkrupeedi, suhkruroo ja suhkrusorgo töötlemisel. Selle omadused sõltuvad eelkõige sellest, millist toorainet on kasutatud ja milline on tootmise protsess. Vinass on helepruun vedelik, mis sisaldab 93% vett ja 7% kuivainet. Vinassi pH on vahemikus 4,5...5,5, samuti sisaldab see hormone ja mikroelemente (Rajagopal et al., 2014). Suhkrupeedi töötlemisel saadakse suhkur ja kõrvalsaadusena melass. Melassi kääritatakse, et saada alkohol. Alkoholi tootmisel tekkiv kõrvalsaadus ongi vinass (Moran-Salazar et al., 2016).

Vinassi kasutatakse väetisena, kuna see sisaldab taimedele vajalikke toitaineid, peamiselt kaltsiumi ja kaaliumi ning orgaanilist ainet, mis võib mineraliseeruda. Vinass põhjustab mullas füüsilisi, keemilisi ja biokeemilisi muutusi, mis võivad olla nii positiivsed kui negatiivsed. Vinassi mõju mullale sõltub sellest, kui suures koguses seda antakse, mulla lõimisest, mulla

keemilistest omadustest, kasvatatavast kultuurist ja selle vanusest, kasvuaja ilmast jne. Vinassi kasutamine suurtes kogustes võib põhjustada toitaine, eriti lämmastiku ja fosfori, leostumist mullast ja veekogude eutrofeerumist (Moran-Salazar et al., 2016). Kreekas tehtud põldkatses suurenes vinassiga väetamisel kõva nisu saak (Moran-Salazar 2016). Hispaanias tehtud põldkatses suurendas suhkrupeedi vinassiga väetaminee nisu saaki (Tejada & Gonzalez, 2005).

2 MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katsekoha iseloomustus

2.1.1 Meteoroloogilised tingimused

Ilmastiku andmed saadi Tartu-Tõravere meteoroloogiajaamast. Katseaastal oli juuni kõige soojem, 18,2 ° C. Juulis oli keskmine õhutemperatuur 17,9° C, augustis 17,2° C ja septembris 11,3° C. (joonis 2.1). Sademete summa oli katseaastal 541 mm. Kasvuperioodi kuude lõikes oli see näitaja vastavalt mai kuus 73 mm, juunis 35 mm, juulis 59 mm, augustis 79 mm ja septembris 23 mm (joonis 2.2).

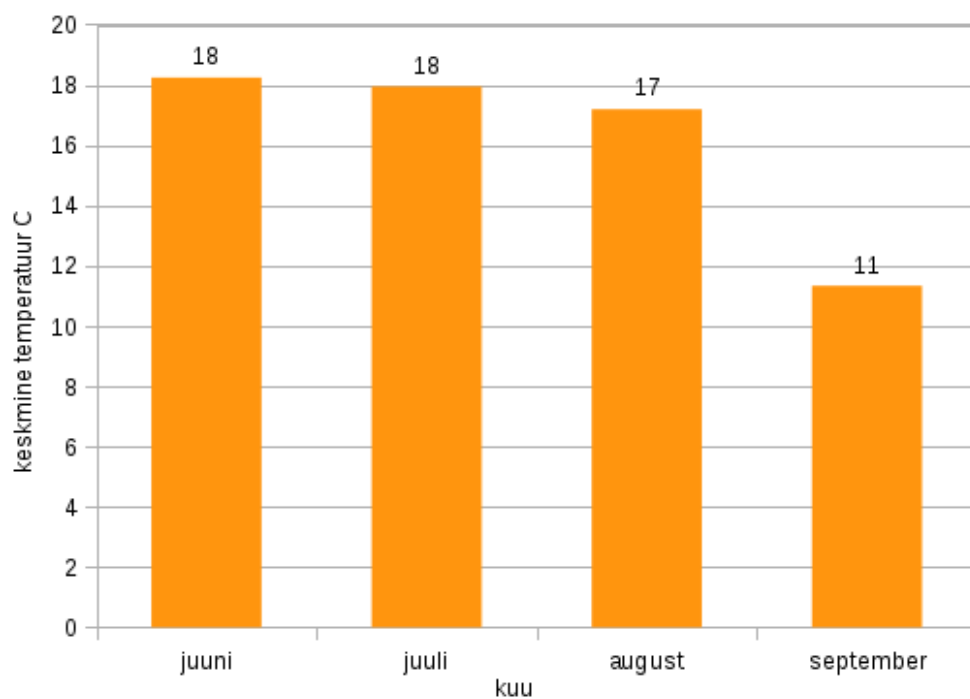
2.1.2 Mullastik

Laboratoorsed analüüsid näitasid, et katsekoha mulla pHKCl oli 5,33, nitraatlämmastiku sisaldus 6,042 mg/kg, ammooniumlämmastiku sisaldus 3,471 mg/kg, üldlämmastiku sisaldus 0,71%, fosforisisaldus 17,31 mg/kg, kaaliumisisaldus 125,12 mg/kg, kaltsiumisisaldus 616,97 mg/kg ja magneesiumisisaldus 44,74 mg/kg.

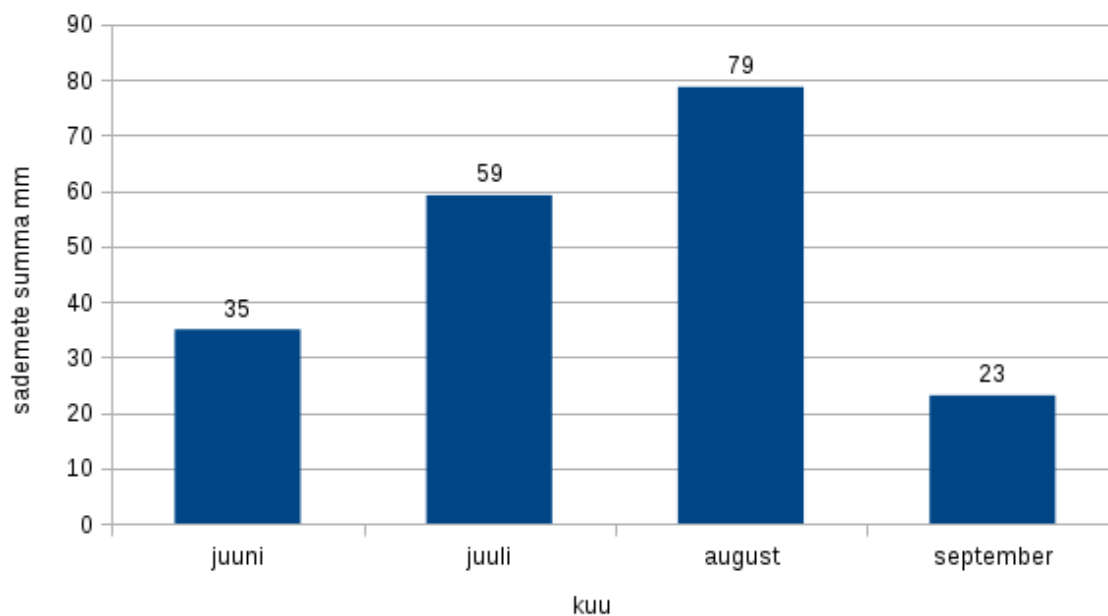
2.2 Katses kasutatud biostimulandid

2.2.1 Humistar

Humistar on Ameerika leonardiidil põhinev vedel humiainainete preparaati, mida toodab Hispaania firma "Tradecorp International"(Tradecorp International, 2016). Eestis müüb seda preparaati "Baltic Agro AS". Baltic Agro kodulehel on Humistari kohta järgnev info: „Humistar on humiin- ja fulvohapete vedel kontsentraat, mida antakse mullapinnale pritsimise või kastmisega või kasutatakse puhisena seemnete külvi eelsel töötlemisel. Toodet saab segada vees lahustuvate väetistega ja pestitsiididega. Humistar tagab mulla struktuursete ühendite parema siduvuse ja püsivuse, mis parandab mulla õhustatavust ja vee kinnipidamise võimet.



Joonis 2.1: 2013. aasta keskmised õhutemperatuurid perioodil juuni...september



Joonis 2.2: Katseaasta sademete summa, mm kuude kaupa perioodil juuni...september

Paremini imenduvad lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K). Humistar lagundab fosfori lahustumatuid vorme ja kõige retrograatsemaid katioone ning muudab need taimedele kättesaadavaks. Tänu toote füüsikalis-keemilistele omadustele paraneb mulla mikrofloora ning ühtlustub ja kiireneb seemnete idanemine, taimede tärkamine ja algareng.” (Baltic Agro, 2016)

2.2.2 Bioreveil

Bioreveili toodab Kanada firma Lallemand. Nende endi andmetel on tegemist pärmseente preparaadiga, mis soodustab orgaanilise aine mineraliseerumist ja parandab taimede kasvu. Seda võib pritsida mulla pinnale, segada turba või väetistega ja kasutada seemnete töötlemisel (Lallemand, 2016).

2.2.3 AllGrow

AllGrow-d toodab Rootsi firma Allgrow AB. AllGrow on vetikatel põhinev biostimulant, mis on toodetud kasutades fotobiofermentatsiooni tehnoloogiat. Preparaat sisaldab elusaid vetikaid, mis on suure toitainete ja energiasisaldusega. Toitained selles preparaadis on taimedele kergesti omastatavad. Allgrow sisaldab järgmisi koostisosi: N, P, K, Fe, Cu, Zn, Ca, Mn, Mg, B, Se, S, Ti, V, W, 16 aminohapet, vitamiini ja bioloogiliselt toodetud ühendit, mis stimuleerivad taimede kasvu. Allgrow parandab taimede saagikust, toitainete sisaldust, maitse- ja lõhnaomadusi (Allgrow AB, 2016b). Preparaat sisaldab taimede kasvuhormoone auksiine ja tsütokiniine. Neid leidub taimedes ka muidu, aga mitte alati vajalikus koguses (Allgrow AB, 2016a).

2.2.4 Efektiivsed mikroorganismid EM5

Efektiivseid mikroorganisme müüb Eestis Agripartner OÜ. Nende kodulehel on toote kohta järgnev info: „Taimekasvatustlikust seisukohast on EM-i kõige suurem mõju muld- taim ökosüsteemile. EM aitab maha suruda taimede patogeene ja haiguseid, aitab taimedel paremini kasutada mulla mineraale, muudab efektiivsemaks fotosünteesi ja parandab bioloogilise lämmastiku omastamist. Mulla seisukohast aitab EM lagundada orgaanilist ainet mullas, tõstab mullaviljakust, parandab mulla struktuuri.” (Agripartner, 2017a) EM-5 on bioloogiline taimekaitsevahend seenhaiguste ja kahjurite tõrjeks. Piirab kahjulike mikroobide arengut. Sisaldab lisaks Efektiivsetele Mikroorganismidele äädikat, alkoholi, pipart (Agripartner, 2017b).

2.2.5 Vinass

Vinassi, mida antud katses kasutati, toodab Saksa firma Beckmann & Brehm. Tegemist on orgaanilise NK vedelväetisega (4,5-6). Sisaldab lisaks aminohappeid, suhkruid ja teisi toitaineid. On kiire toimega. Mõjub taimedele lehekaudselt ja toetab mullaelustikku. Sobib eriti kaaliumilembestele kultuuridele nagu tomat, kurk ja paprika (Beckmann & Brehm, 2017).

2.3 Põldkatse, saagi keemilised analüüsid, mullaanalüüsid ja andmeanalüüs

Pealtväetamise katse viidi läbi Tartumaal Ülenurme valla Läti küla Latika talu tootmispõllul. Variandid olid: 1) kontroll – väetamata (pritsiti 3x puhta veega); 2) Humistar – humiainete preparaat (külvieelselt + 2 korda kasvuperioodil); 3) Bioreveil – pärmiseentel põhinev preparaat (3x kasvuperioodil); 4) AllGrow – vetikaleotis (3x kasvuperioodil); 5) Vinasse – suhkrupeedi töötlusjääk (3x kasvuperioodil) 6) EM – efektiivsed mikroorganismid (külvi järgselt + 2x kasvuperioodil preparaadiga EM5). Katselapi moodustas kaks 10 m pikkust vaolõiku. Ühe katselapi pindala oli 14 m². Igat varianti oli 4 korduses. Katselapid olid põllul juhusliku asetusega. Peet ja porgand külvati käsikülvikuga Earthway arvestusega 70 seemet jooksvale meetrile porgandil ja 20 seemet meetrile söögipeedil reavahega 70 cm. Katsealal tehti 4 korda mehhaanilist umbrohutõrjet vaheltharimiskultivaatoriga ja 1 kord rohiti käsitsi. Porgandite harvendamist ei tehtud. Söögipeet ja porgand külvati 11.juunil 2013.a. Söögipeedi saak koristati 27.septembril 2013. a., porgandi saak 2. oktoobril 2013. a. Saak koristati käsitsi. Igalt katselapilt valiti juhuslikult kaks 2 meetri pikkust lõiku ning nende lõikude saagiandmete põhjal arvutati kõikide katsevariantide arvestuslik kogusaak ja kaubanduslik saak. Kaubanduslik saak nii söögipeedil kui porgandil leiti lahutades kogusaagist praagi, mis ei vasta kaubanduslikele nõuetele.

Keemiliste elementide sisaldus määrati Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris. Juurviljade nitraatide sisaldus määrati värskest materjalist. Lämmastiksisaldus määrati kjeldahli meetodiga absoluutkuivast proovist. Fosfori- magneesiumi- ja kaltsiumisisaldus mõõdeti spektromeetriselt. Kaaliumisisaldus mõõdeti leekfotomeetriga. Finantsiliste vahendite piiratus tõttu oli keemilisi analüüse võimalik teha ainult kahes korduses.

Mullaanalüüsid tehti Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris. Fosfori ja kaaliumisisaldus määrati ammooniumlaktaat ehk AL meetodil. Kaltsiumi ja magneesiumisisaldus ammooniumatsetaatlahuses (AMA).

Andmeanalüüsiks kasutati tarkvarapaketti R (R Core Team, 2015). Tehti ühefaktoriline dispersioonanalüüs ja järeldestina kasutati Fisheri LSD testi (PD95%).

3 TULEMUSED

3.1 Söögipeedi saagikus

Dispersioonanalüüs näitas, et antud katse tingimustes ei olnud biostimulantidel olulist mõju söögipeedi saagikusele. $F_{5\ 18} = 2.651$, $p = 0.0577$. Järeltest siiski näitas mõningaid erinevusi. Kontrollvariandist erines oluliselt ainult Bioreveiliga väetatud variant, mille saagikus oli väiksem (joonis 3.1). Kontrollvariandi keskmine saagikus $3,55\text{ kg/m}^2$, Bioreveiliga väetatud variandis $2,93\text{ kg/m}^2$. Antud katses ei olnud biostimulantidel olulist mõju söögipeedi kaubanduslikule saagile ($F_{5\ 18} = 1,563$; $p = 0,220$) (joonis 3.2).

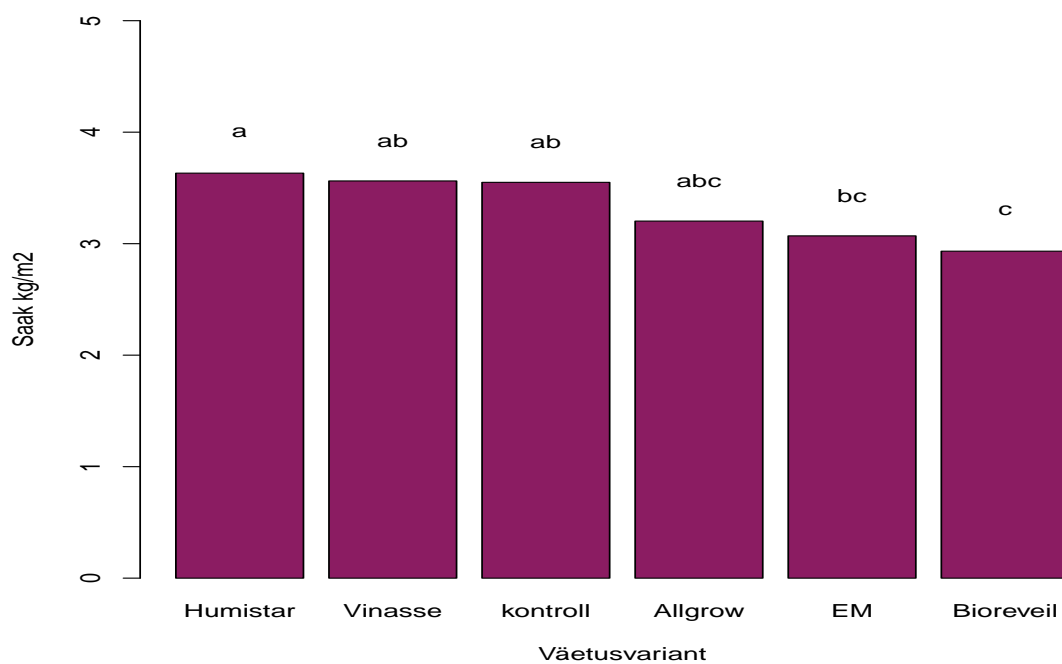
3.2 Söögipeedi kvaliteedinäitajad

Söögipeedi nitraatide sisaldus oli kõige kõrgem kontrollvariandis. Teistes variantides oli see oluliselt väiksem ($F_{5\ 6} = 99,132$, $p < 0,001$) (joonis 3.3). Nitraatide sisaldus oli kontrollvariandis 1570 mg/kg , Humistari variandis 1114 mg/kg , EM-i variandis 845 mg/kg , AllGrow variandis 836 mg/kg , Bioreveili variandis 809 mg/kg ja Vinassi variandis 434 mg/kg .

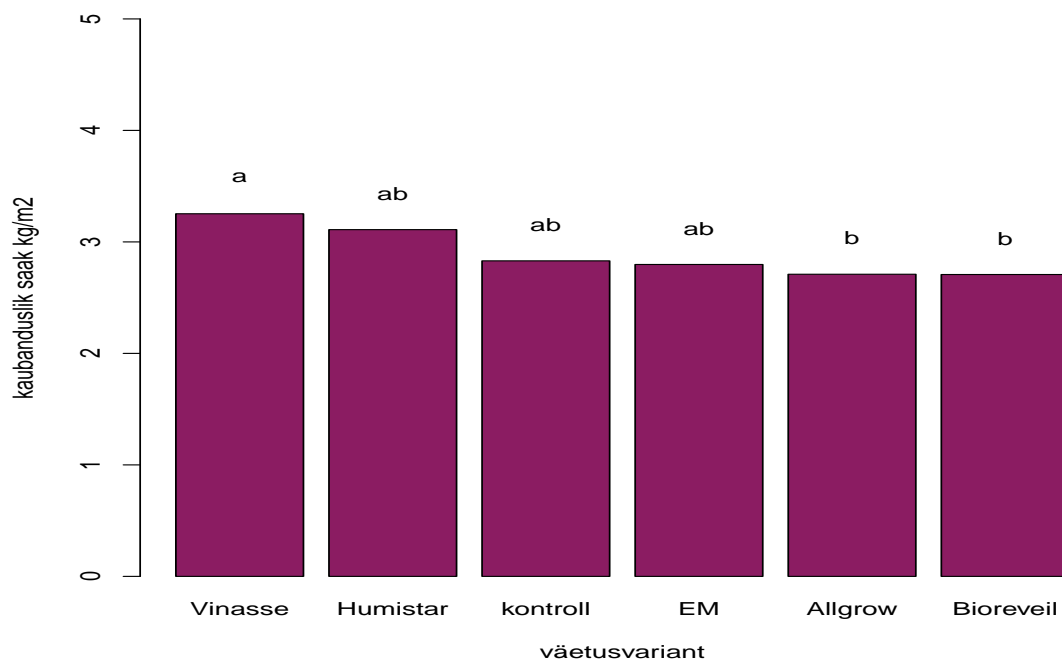
Söögipeedi lämmastiksisaldus erines kontrollvariandiga võrreldes oluliselt Vinassi, AllGrow, Bioreveili ja EM-i variantides ($F_{5\ 6} = 7,5734$, $p = 0,014$.) (joonis 3.4). Lämmastiksisaldus oli kõige kõrgem kontrollvariandis, 25 g/kg . Vinassi variandis $21,6\text{ g/kg}$, Bioreveili variandis $21,6\text{ g/kg}$, AllGrow variandis $21,1\text{ g/kg}$ ja EM-i variandis $20,2\text{ g/kg}$.

Söögipeedi fosforisisaldus oli kõige kõrgem kontrollvariandis. ($F_{5\ 6} = 5,1546$, $p = 0,035$). Sellest erinesid oluliselt AllGrow, Bioreveili ja EM-i variant. Fosforisisaldus oli kontrollvariandis $2,46\text{ g/kg}$, AllGrow variandis $2,07\text{ g/kg}$, Bioreveili variandis $1,97\text{ g/kg}$ ja EM-i variandis $1,81\text{ g/kg}$. (joonis 3.5)

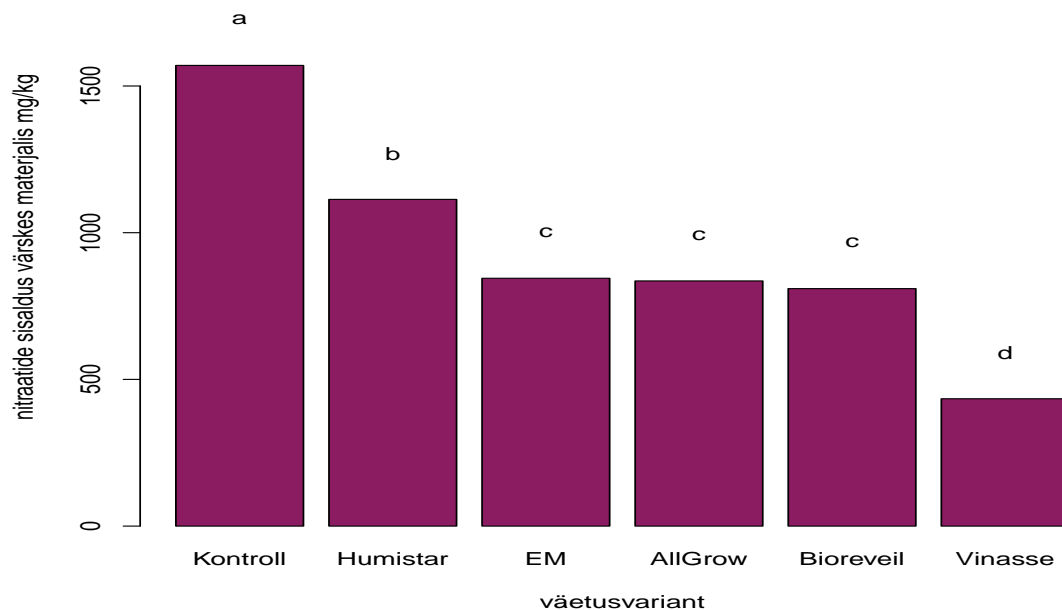
Söögipeedi kaaliumisisaldus oli võrreldes kontrollvariandiga oluliselt väiksem EM-i ja Bioreveiliga töödeldud variantides ($F_{5\ 6} = 6,8519$, $p = 0,018$). Kaaliumisisaldus oli kontrollvariandis $30,7\text{ g/kg}$, EM-i variandis $22,9\text{ g/kg}$ ja Bioreveili variandis $22,1\text{ g/kg}$ (joonis 3.6)



Joonis 3.1: Söögipeedi saagikus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,54. Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



Joonis 3.2: Söögipeedi kaubanduslik saak sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,5. Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



Joonis 3.3: Söögipeedi nitraatide sisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 1312. Sama tähega variandid ei erine oluliselt.

Kontrollvariandiga võrreldes oli söögipeedi kaltsiumisisaldus oluliselt väiksem AllGrow, Bioreveili ja EM-i variantides ($F_{5\ 6} = 3,8934$, $p = 0,064$). Kaltsiumisisaldus oli kontrollvariandis 1,48 g/kg, AllGrow variandis 1,17 g/kg, Bioreveili variandis 1,13 g/kg ja EM-i variandis 1,09 g/kg (joonis 3.7).

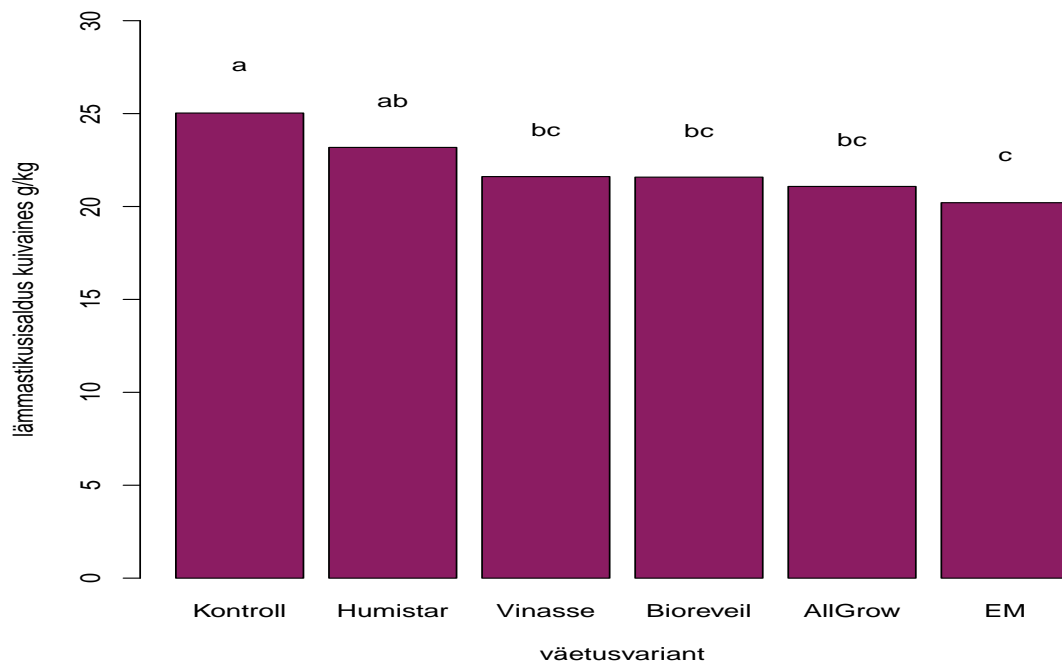
Söögipeedi magneesiumisisalduses ei olnud katsevariantide vahel olulisi erinevusi ($F_{5\ 6} = 1,105$, $p = 0,445$) (joonis 3.8)

3.3 Porgandi saagikus

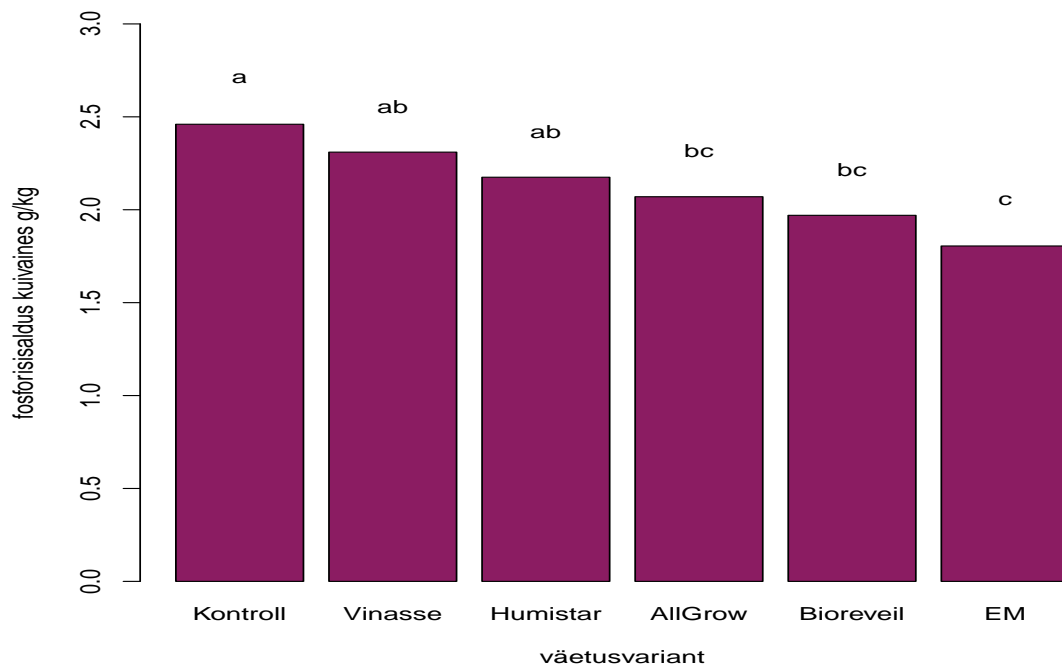
Antud katses ei mõjutanud väetamine usutavalt porgandi saaki ($F_{5\ 18} = 0,719$, $p = 0,617$) (joonis 3.9). Samuti ei olnud katses kasutatud biostimulantidel olulist mõju porgandi kaubanduslikule saagile ($F_{5\ 18} = 0,475$; $p = 0,789$) (joonis 3.10).

3.4 Porgandi kvaliteedinäitajad

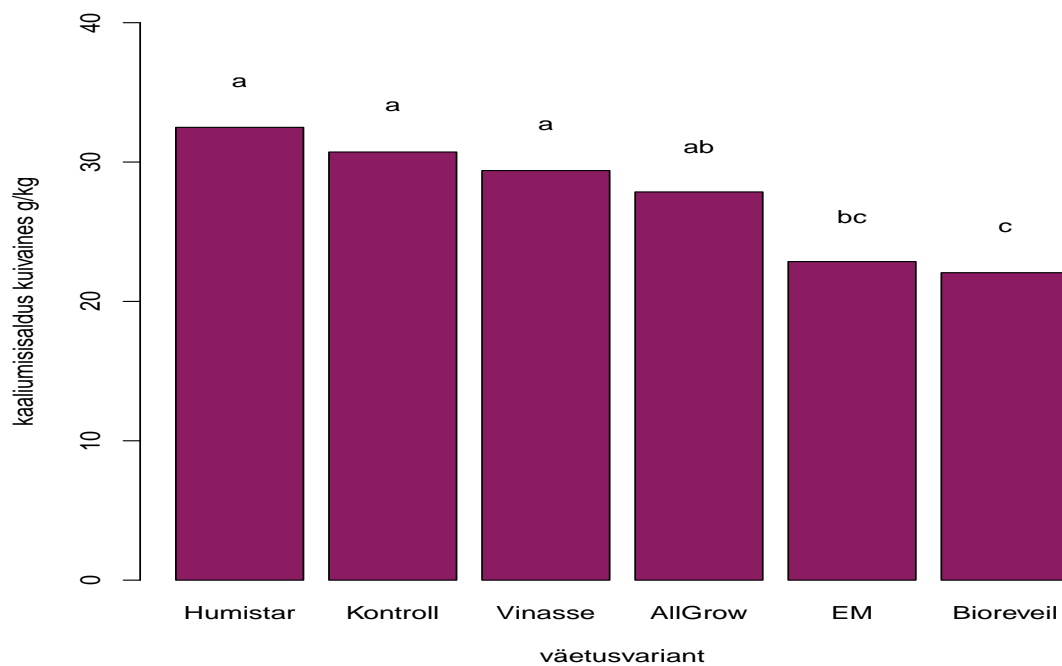
Porgandi nitraatide sisaldusele ei olnud katses kasutatud biostimulantidel olulist mõju ($F_{5\ 6} = 2,373$, $p = 0,161$) (joonis 3.11). Porgandi lämmastiku sisaldus oli kontrollist oluliselt



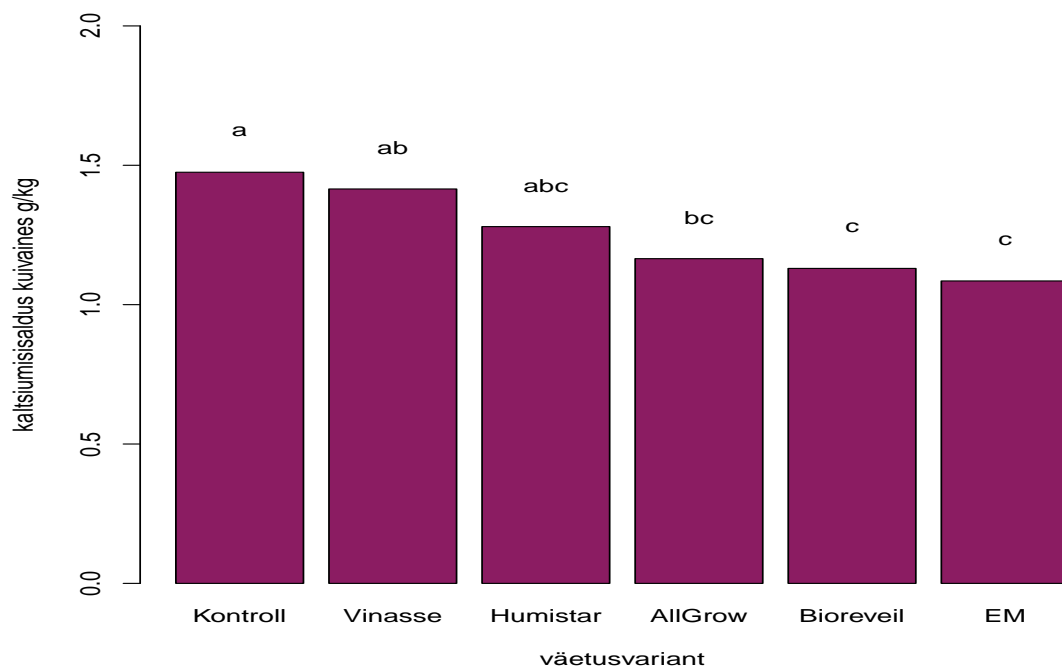
Joonis 3.4: Söögipeedi lämmastikuisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 2,2 Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



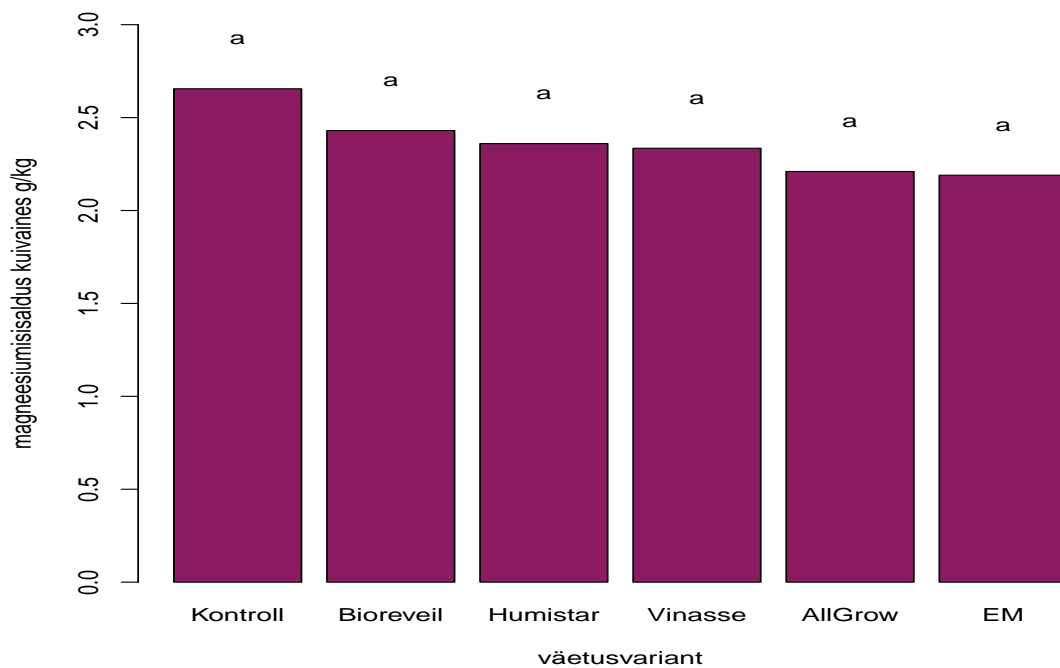
Joonis 3.5: Söögipeedi fosforisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,36 Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



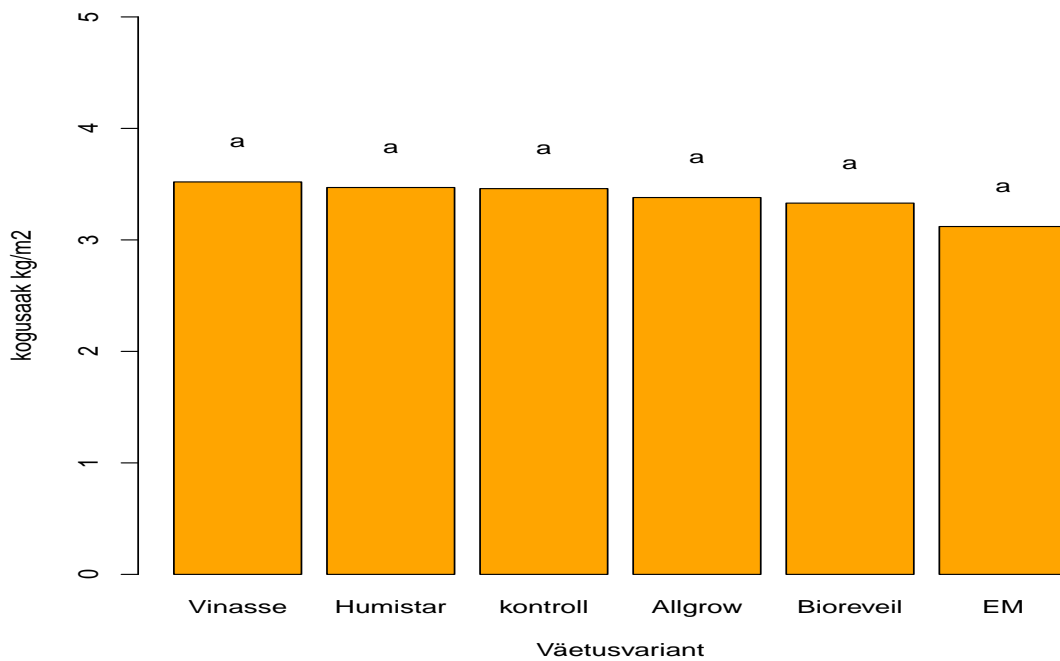
Joonis 3.6: Söögipeedi kaaliumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 5,6
Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



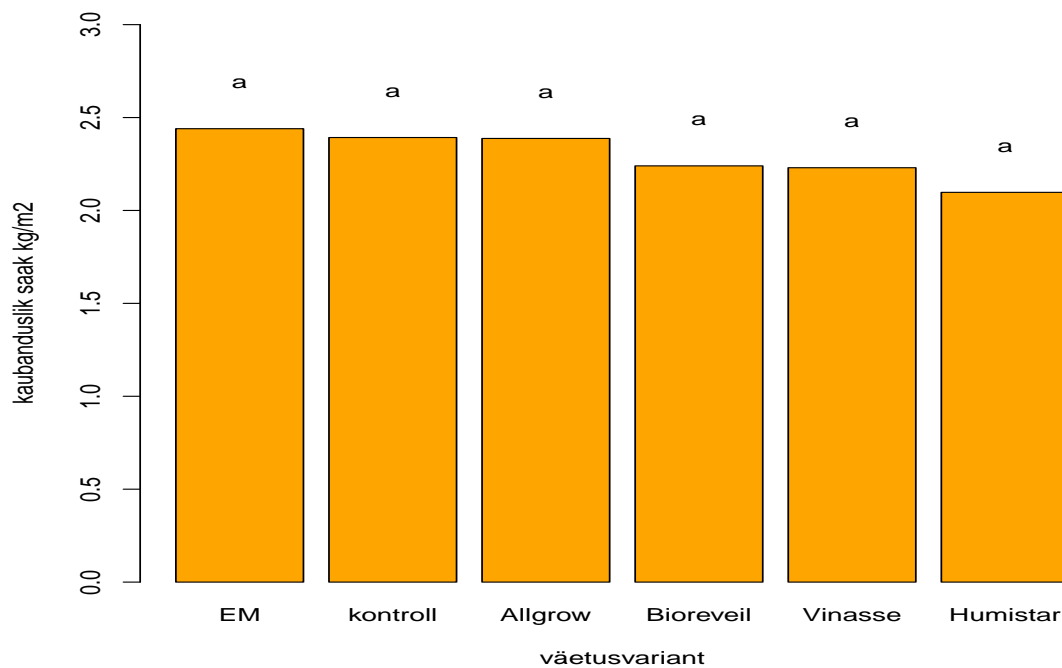
Joonis 3.7: Söögipeedi kaltsiumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,28
Sama tähega variandid ei erine oluliselt.



Joonis 3.8: Söögipeedi magneesiumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest PD95% = 0,56 Sama tähega variandid ei erine oluliselt



Joonis 3.9: Porgandi saagikus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,51 Sama tähega variandid ei erine oluliselt.

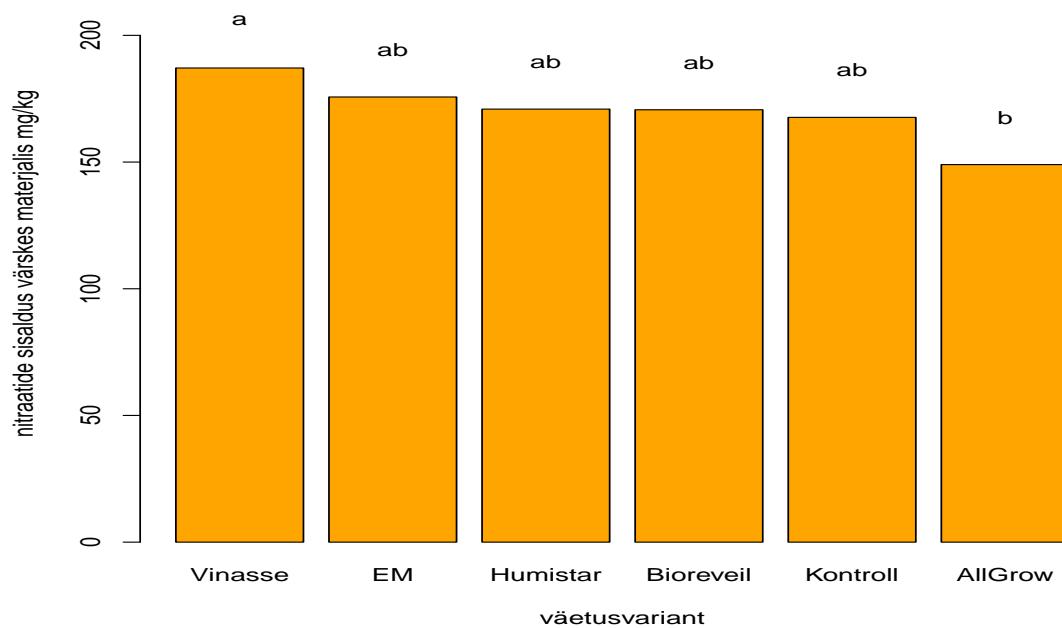


Joonis 3.10: Porgandi kaubanduslik saak sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,56 Erinevad tähed näitavad statistiliselt olulist erinevust

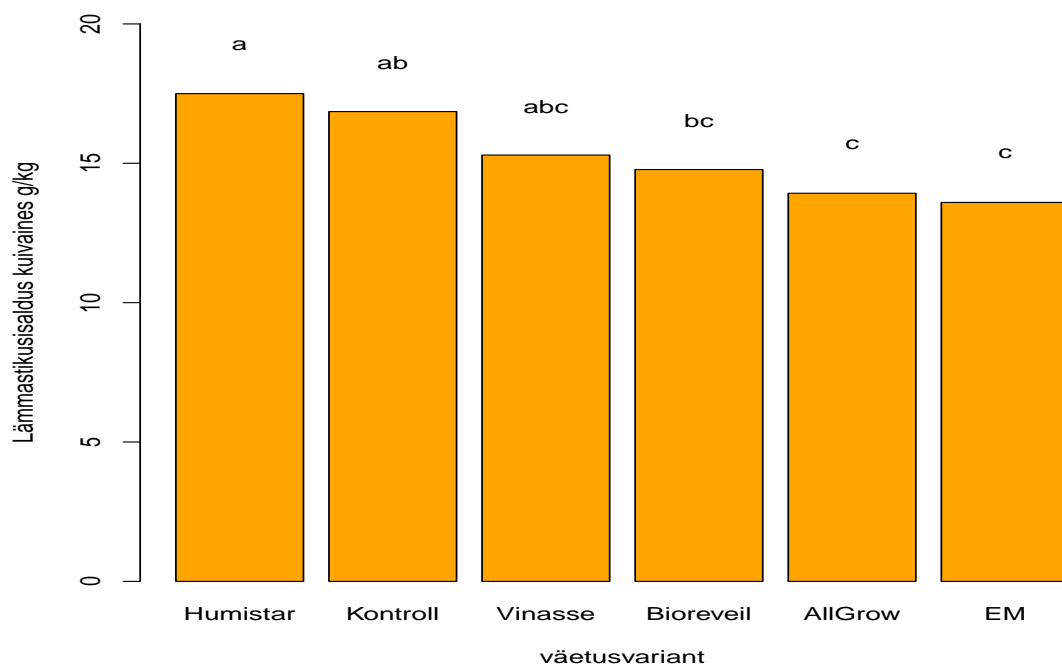
väiksem AllGrow'ga ja EM-iga variantides ($F_{5,6} = 4,230$, $p = 0,054$) (joonis 3.12). Ka siin ei näidanud ANOVA erinevusi, aga järeltest näitas. Lämmastiksisaldus kontrollvariandis 16,9 g/kg, AllGrow variandis 13,9 g/kg ja EM-i variandis 13,6 g/kg.

Porgandi fosforisisaldus oli võrreldes kontrolliga suurem Humistari saanud variandis ja väiksem AllGrow ja Bioreveiliga variantides ($F_{5,6} = 10,386$, $p = 0,006$) (joonis 3.13). Fosforisisaldus kontrollvariandis 2,67 g/kg, Humistari variandis 3,24 g/kg, AllGrow variandis 2,22 g/kg ja Bioreveili variandis 2,19 g/kg.

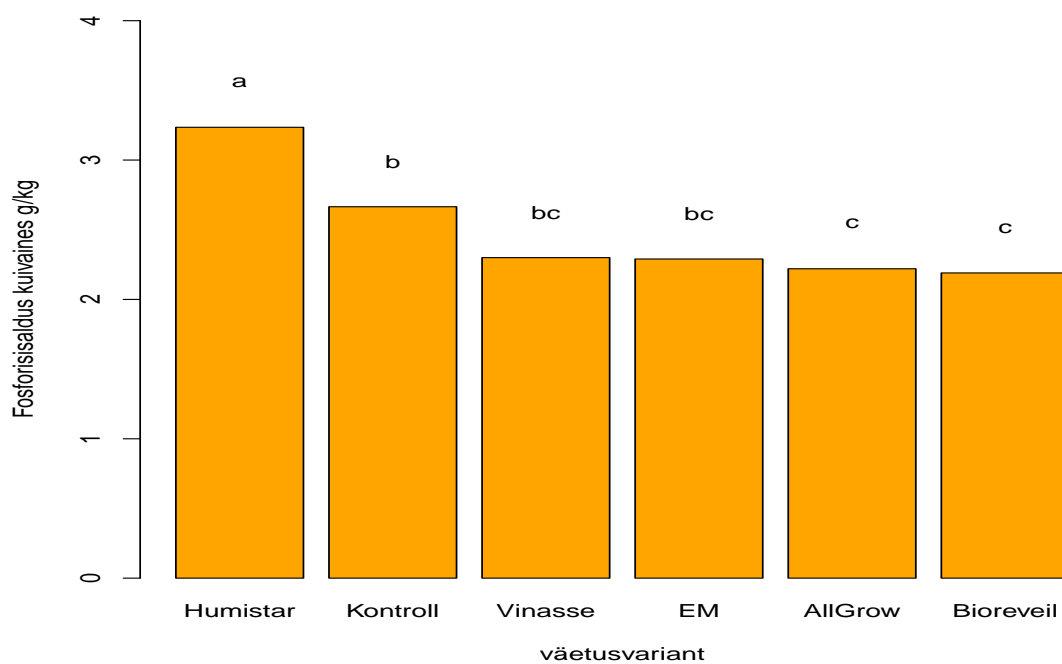
Porgandi kaaliumisisaldus katsevariantide vahel oluliselt ei erinenud ($F_{5,6} = 2,596$, $p = 0,138$) (joonis 3.14).



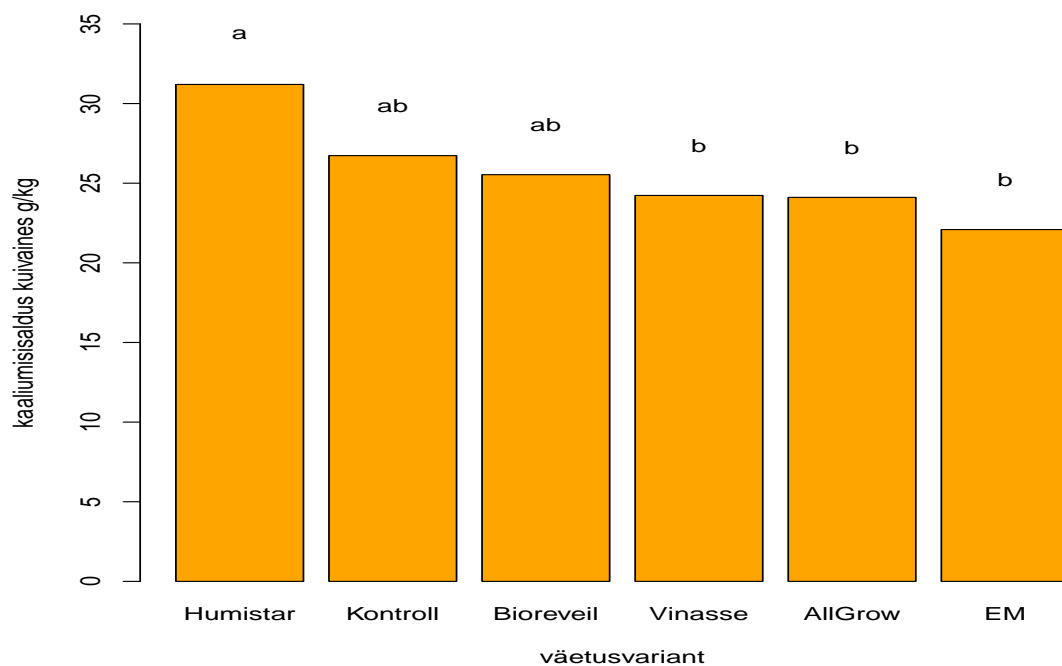
Joonis 3.11: Porgandi nitraatide sisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 27
Sama tähega variandid ei erine oluliselt



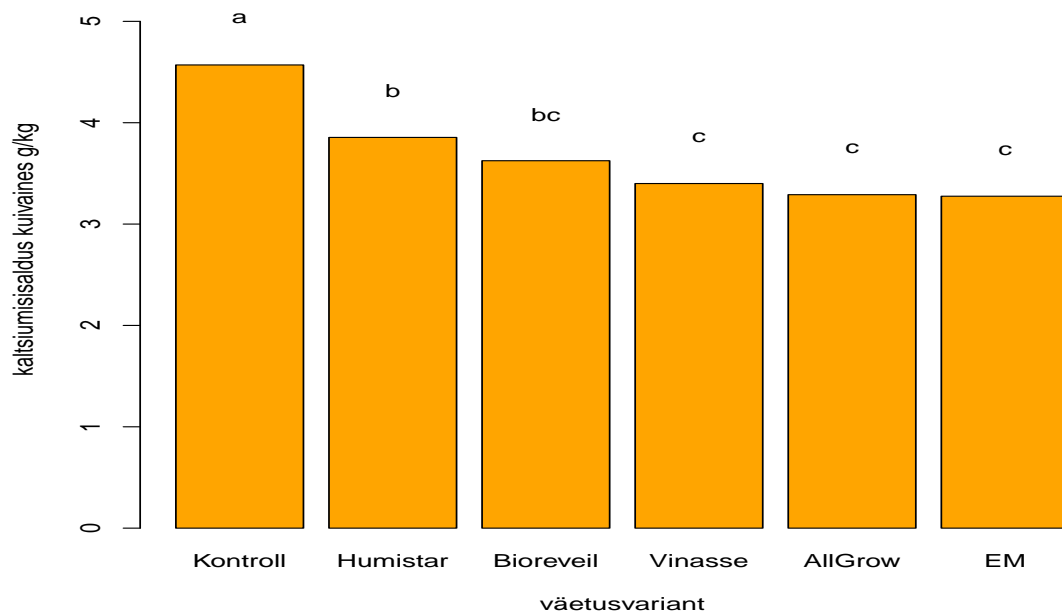
Joonis 3.12: Porgandi lämmastikuisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 2,6
Sama tähega variandid ei erine oluliselt



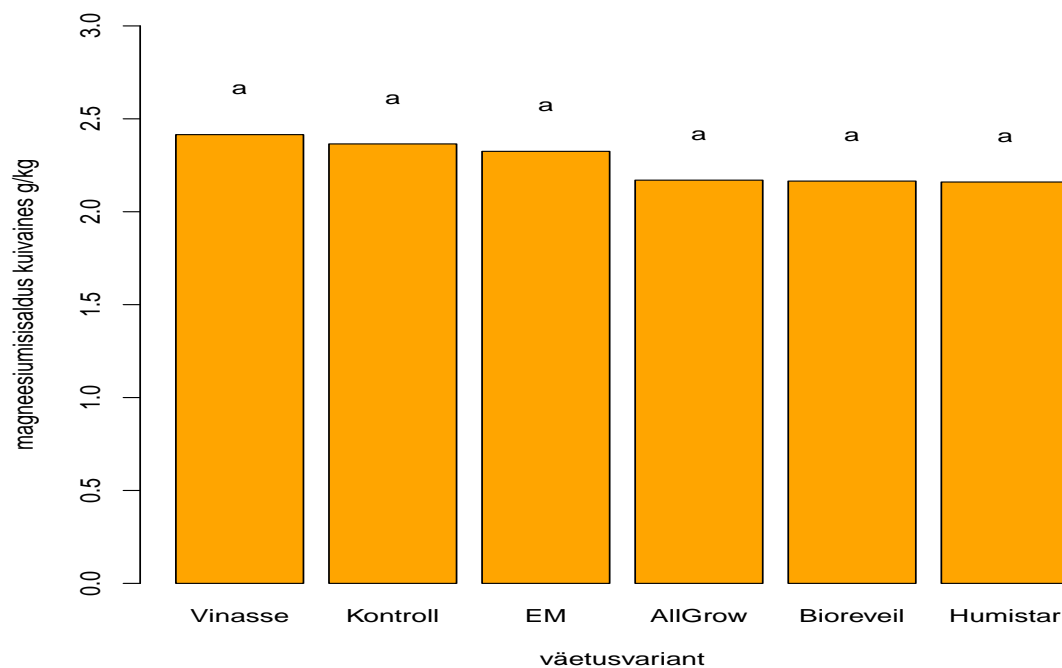
Joonis 3.13: Porgandi fosforisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,4
Sama tähega variandid ei erine oluliselt



Joonis 3.14: Porgandi kaaliumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 6,7
Sama tähega variandid ei erine oluliselt



Joonis 3.15: Porgandi kaltsiumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,44 Sama tähega variandid ei erine oluliselt



Joonis 3.16: Porgandi magneesiumisisaldus sõltuvalt biostimulantide kasutamisest. PD95% = 0,57 Sama tähega variandid ei erine oluliselt

Porgandi kaltsiumisisaldus oli kõige suurem kontrollvariandis. Teistes variantides jäi see oluliselt väiksemaks ($F_{5,6} = 14,877$, $p = 0,002$) (joonis 3.15). Kaltsiumisisaldus oli kontrollvariandis 4,57 g/kg, Humistari variandis 3,86 g/kg, Bioreveili variandis 3,63 g/kg, Vinasse variandis 3,40 g/kg, AllGrow variandis 3,29 g/kg ja EM-i variandis 3,28 g/kg.

Porgandi magneesiumisisaldusele ei olnud katses kasutatud biostimulantidel olulist mõju ($F_{5,6} = 0,4875$, $p = 0,776$) (joonis 3.16).

4 ARUTELU

Biostimulantide kasutamine on näidanud köögiviljakasvatustes paljulubavaid tulemusi (Olle, 2013; El-Nemr et al., 2012; Ali et al., 2016). Selles katses jäi biostimulantide mõju nii porgandile kui söögipeedile oodatust kesisemaks. Mitte ükski katses kasutatud preparaat ei suurendanud ei söögipeedi ega porgandi kogusaaki ega kaubanduslikku saaki. Söögipeedi kogusaak oli Bioreveiliga väetatud variandis hoopiski väiksem võrreldes väetamata variandiga. Söögipeedi nitraatide sisaldus oli kontrolliga võrreldes oluliselt väiksem kõigis teistes variantides. Söögipeedi lämmastiksisaldus oli võrreldes kontrolliga väiksem Vinasse'i, AllGrow, Bioreveili, ja EM-iga väetatud variantides. Peedi fosforisisaldus vähenes oluliselt AllGrow, Bioreveili ja EM-i kasutamisel. Peedi kaaliumisisaldus vähenes oluliselt EM-i ja Bioreveili kasutamisel. Söögipeedi kaltsiumisisaldus oli oluliselt väiksem AllGrow, Bioreveili ja EM-iga väetatud variantides. Söögipeedi magneesiumisisalduses puudusid olulised erinevused. Katses kasutatud biostimulantidel ei olnud olulist mõju porgandi kogusaagile ega kaubanduslikule saagile. Porgandi nitraatide sisaldus vähenes võrreldes kontrolliga AllGrow-ga väetatud variandis. Porgandi lämmastiksisaldus vähenes AllGrow ja EM-i kasutamisel. Porgandi fosforisisaldus oli kontrolliga võrreldes oluliselt suurem Humistari kasutamisel ja oluliselt väiksem AllGrow ja Bioreveili kasutamisel. Porgandi kaaliumi- ega magneesiumisisaldustes ei olnud olulisi erinevusi. Porgandi kaltsiumisisaldus oli kontrolliga võrreldes oluliselt väiksem kõikides teistes variantides.

Selliste tulemuste põhjuseks võivad olla ebasoodsad ilmastiku tingimused. Katseaastal oli väga kuiv suvi. Eriti kuiv oli juunikuu. Seetõttu ei pruukinud biostimulandid jõuda taimede juurteni või toimida piisavalt mullaelustikule. Liiga kuum ja sademetevaene kasvuperiood on näiteks 2006. aastal vähendanud sibula saaki (Põldma & Merivee, 2008). Mitmed katsed biostimulantidega on kestnud rohkem kui ühe aasta ning eri aastatel on saadud erinevaid tulemusi. Näiteks Margus et al. (2014) leidsid, et kartulil on humiinpreparaat Ruponix suurendanud 2013. aastal mugula keskmist massi. 2012. aastal aga mitte. Kaubanduslikku saaki ja kaubaliste mugulate protsenti suurendas humiinpreparaat ainult 2013. aastal. Samuti ei pruugi üks aasta olla piisav, et biostimulandid saaksid mullaelustikule mõju avaldada. Biostimulantide mõju taimedele võib sõltuda ka mulla omadustest. Antud katse tulemusi võisidki mõjutada lisaks kasutatud biostimulantidele ka erinevad mulla olud katselappidel. Nii söögipeedi kui porgandi saagikus mõõdeti neljas korduses, aga mineraalelementide sisaldus ainult kahes

korduses. See võis tulemusi samuti oluliselt mõjutada.

Sama tootja juures tehtud katses ei mõjutanud piostimulantide kasutamine sibula kogusaaki, kuid üle 6 cm läbimõõduga sibulate arv oli suurem biostimulandi Amalgerol kasutamisel. Biostimulandid Fylloton ja Amalgerol suurendasid samuti ühe kaubandusliku sibula massi. Sibula lämmastiku-, kaaliumi- ja C-vitamiini sisaldust suurendas biostimulant Fylloton. Magneesiumi ega süsinikusisaldust biostimulandid ei mõjutanud. Kuivaine sisaldus hoopiski vähenes biostimulantide kasutamisel (Pulk, 2015).

On ka väidetud, et kaubanduslikud humiinainete preparaadid on köögiviljakasvatustes ebaefektiivsed, kui neid kasutada nendes kogustes, mida nende tootjad soovivad või toimivad need ainult väga madala orgaanilise aine sisaldusega muldadel (Hartz & Bottoms, 2010). Kanadas tehtud põldkatsetes ei avaldanud humiin- ega fulvohapete preparaatide kasutamine mõju aedosaagikusele (Mahoney et al., 2017). Ka efektiivsete mikroorganismidega väetamine ei ole alati suurendanud taimede saagikust (Mayer et al., 2010). Ainult ühe aasta põhjal on raske hinnata katses kasutatud preparaatide sobivust söögipeedi ja porgandi kasvatusele. Rohkem uuringuid on vaja teha, et välja selgitada, kui sobivad need preparaadid mahepõllumajanduslikku köögiviljakasvatusele on.

KOKKUVÕTE

Antud uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada biostimulantide Humistar, Bioreveil, AllGrow, Efektiivsed mikroorganismid (EM) ja Vinasse'i mõju söögipeedi 'Bordoo' ja porgandi 'Nantes 2' saagikusele ja saagi kvaliteedile mahetootmise tingimustes. Katsetulemustest selgus, et:

- Söögipeedi kogusaak oli võrreldes kontrollvariandiga väiksem Bioreveili kasutamisel.
- Söögipeedi kaubanduslikule saagile ei olnud kasutatud biostimulantidel olulist mõju.
- Söögipeedi nitraatide sisaldus oli kõikide preparaatide kasutamisel väiksem kui kontrollvariandis.
- Söögipeedi lämmastiksisaldus oli võrreldes kontrollvariandiga väiksem EMiga väetatud variandis.
- Söögipeedi fosforisisaldus vähenes AllGrow, Bioreveili ja EMi kasutamisel.
- Söögipeedi kaaliumisisaldus vähenes EMi ja Bioreveili kasutamisel.
- Söögipeedi kaltsiumisisaldus vähenes AllGrow, Bioreveili ja EMi kasutamisel.
- Söögipeedi magneesiumisisaldusele ei olnud biostimulantidel olulist mõju.
- Biostimulantidel ei olnud olulist mõju porgandi saagikusele, kaubanduslikule saagile, magneesiumisisaldusele ega nitraatide sisaldusele.
- Porgandi lämmastiksisaldus oli võrreldes kontrollvariandiga oluliselt väiksem AllGrow ja EMiga väetatud variantides.
- Porgandi fosforisisaldus oli kontrollist oluliselt suurem humistariga väetamisel ja oluliselt väiksem AllGrow ja EMiga väetatud variantides.
- Porgandi kaaliumisisaldusele ei avaldanud katses kasutatud preparaadid olulist mõju.
- Porgandi kaltsiumisisaldus oli võrreldes kontrollvariandiga väiksem kõikides teistes variantides.

Seega võib väita, et töös püstitatud esimene hüpotees, katses kasutatud biostimulandid suurendavad söögipeedi ja porgandi saagikust, ei leidnud kinnitust. Teine hüpotees, Katses kasutatud

biostimulandid parandavad söögipeedi ja porgandi saagi kvaliteeti, leidis osalist kinnitust ainult porgandi puhul, kuna porgandi fosforisisaldus suurenes Humistari kasutamisel. Selliste tulemuste põhjust on raske selgitada, kuid tõenäoliselt oli peamiseks põhjuseks liiga kuum ja kuiv kasvuperiood. Samas ei saa välistada ka teisi tegureid. Katses olnud preparaatidega on vaja teha rohkem uuringuid, et nende sobivuse kohta Eesti tingimustesse saaks midagi kindlamat väita.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Agripartner (2017a). Em- efektiivsed mikroorganismid. <http://agripartner.ee/toode/em-efektiivsed-mikroorganismid/>.
- Agripartner (2017b). Em-5. <http://agripartner.ee/toode/em-efektiivsed-mikroorganismid/>.
- Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J., & Hodges, D. M. (2013). Ascophyllum extract application can promote plant growth and root yield in carrot associated with increased root-zone soil microbial activity. *Canadian Journal of Plant Science*, 94(2), 337–348.
- Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2016). The effect of ascophyllum nodosum extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1353–1362.
- Allgrow AB (2016a). How it works. http://www.allgrow.net/how_it_works.shtml.
- Allgrow AB (2016b). Why allgrow. http://www.allgrow.net/why_allgrow.shtml.
- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M., & Jaafar, H. Z. (2012). Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*, 11(68), 13179–13185.
- Arafa, A., Khafagy, M., Abo-El Kheer, A., & El-Banna, M. (2014). Response of certain phytochemical constituents in sweet pepper leaves to some bio-stimulants under two types of salinity. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(2), 83–99.
- Baltic Agro (2016). Humistar. <http://www.balticagro.ee/aiandus/vaetised/humistar>.
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39 – 48. Biostimulants in Horticulture.

- Beckmann & Brehm (2017). Vinasse flüssig. <http://beckhorn.de/produkt/vinasse-fluessig-2/>.
- Berbara, R. L. L. & García, A. C. (2014). *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment: Volume I*, chapter Humic Substances and Plant Defense Metabolism, (pp. 297–319). Springer New York: New York, NY.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), 3–41.
- Canellas, L., Dantas, D., Aguiar, N., Peres, L., Zsögön, A., Olivares, F., Dobbss, L., Façanha, A., Nebbioso, A., & Piccolo, A. (2011). Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. *Annals of Applied Biology*, 159(2), 202–211.
- Canellas, L. P. & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1(1), 1–11.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15 – 27. Biostimulants in Horticulture.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokova-Façanha, A. L., & Façanha, A. R. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane h⁺-atpase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 130(4), 1951–1957.
- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393.
- Daiss, N., Lobo, M. G., Socorro, A. R., Brückner, U., Heller, J., & Gonzalez, M. (2008). The effect of three organic pre-harvest treatments on swiss chard (*beta vulgaris* l. var. *cycla* l.) quality. *European Food Research and Technology*, 226(3), 345–353.
- Daly, M. J. & Stewart, D. P. C. (1999). Influence of “effective microorganisms” (em) on vegetable production and carbon mineralization—a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14(2-3), 15–25.
- Darwesh, R. S. (2013). Improving growth of date palm plantlets grown under salt stress with yeast and amino acids applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 247 – 256.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3 – 14. Biostimulants in Horticulture.
- EBIC (2017). Ebic. <http://www.biostimulants.eu/>.

- El-Nemr, M., El-Desuki, M., El-Bassiony, A., & Fawzy, Z. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*cucumis sativus* l.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(6), 630–637.
- El-Tarabily, K. (2004). Suppression of rhizoctonia solani diseases of sugar beet by antagonistic and plant growth-promoting yeasts. *Journal of Applied Microbiology*, 96(1), 69–75.
- El-Tarabily, K. A. & Sivasithamparam, K. (2006). Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *Mycoscience*, 47(1), 25 – 35.
- Eremeev, V., Lääniste, P., Tein, B., Mäeorg, E., & Kuht, J. (2015). Humiinpõhise kasutamis mõju kartulile. In *Agronomia 2015* (pp. 56–61). Eesti Maaülikool.
- Ertani, A., Francioso, O., Tugnoli, V., Righi, V., & Nardi, S. (2011). Effect of commercial lignosulfonate-humate on zea mays l. metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(22), 11940–11948. PMID: 21999168.
- Fernández, L., Baigorri, R., Urrutia, O., Erro, J., Aparicio-Tejo, P. M., Yvin, J. C., & García-Mina, J. M. (2016). Improving the short-term efficiency of rock phosphate-based fertilizers in pastures by using edaphic biostimulants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(1), 5.
- García, A. C. (2012). Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. *African Journal of Biotechnology*, 11(13), 3125–3134.
- Haider, M. W., Ayyub, C. M., Pervez, M. A., Asad, H. U., Manan, A., Raza, S. A., & Ashraf, I. (2012). Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*solanum tuberosum* l.). *Soil and Environment*, 31(2), 157–162.
- Hammad, S. A. & Ali, O. A. (2014). Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 133 – 145.
- Hartz, T. K. & Bottoms, T. G. (2010). Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. *HortScience*, 45(6), 906–910.
- Hu, C. & Qi, Y. (2013). Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in china. *European Journal of Agronomy*, 46, 63 – 67.
- Illani Zuraihah, I., Aini, Z., & Faridah, M. (2012). Effects of imo and em application on soil nutrients, microbial population and crop yield. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 40(2), 257–263.

- Javaid, A. (2010). *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming*, chapter Beneficial Microorganisms for Sustainable Agriculture, (pp. 347–369). Springer Netherlands.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., & Padem, H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 59(3), 233–237.
- Khan, W., Zhai, R., Souleimanov, A., Critchley, A. T., Smith, D. L., & Prithiviraj, B. (2012). Commercial extract of *ascophyllum nodosum* improves root colonization of alfalfa by its bacterial symbiont *sinorhizobium meliloti*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43(18), 2425–2436.
- Kosobucki, P. & Buszewski, B. (2015). Natural Organic Matter in Ecosystems - a Review. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 13(2), 109–129.
- Lallemand (2016). Fertilizers, supporters and enhancers. <http://www.lallemand.com/our-business/plant-care/products>.
- Lola-Luz, T., Hennequart, F., & Gaffney, M. (2014). Effect on health promoting phytochemicals following seaweed application, in potato and onion crops grown under a low input agricultural system. *Scientia Horticulturae*, 170, 224 – 227.
- Mahmoud, R. A., EL-Desuki, M., Mona, M. A.-M., & Aisha, H. A. (2013). Effect of compost levels and yeast extract application on the pea plant growth, pod yield and quality. *Journal of Applied Science Research*, 9(1), 149–155.
- Mahoney, K. J., McCreary, C., Depuydt, D., & Gillard, C. L. (2017). Fulvic and humic acid fertilizers are ineffective in dry bean. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(2), 202–205.
- Margus, K., Ereemeev, V., Lääniste, P., Mäeorg, E., Tein, B., Laes, R., & Jõudu, J. (2014). Humiainainete mõju kartuli saagikusele ja mugula mõningatele kvaliteedi näitajatele. *Ag-raarteadus*, 25(2), 82–88.
- Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., & Oberholzer, H.-R. (2010). How effective are ‘effective microorganisms® (em)’? results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, 46(2), 230 – 239.
- Meensalu, L., Järvan, M., Linnamägi, A., Roosve, G.-F., & Virit, V. (1988). *Köögiljandus*. Valgus.
- Megali, L., Glauser, G., & Rasmann, S. (2014). Fertilization with beneficial microorganisms decreases tomato defenses against insect pests. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(3), 649–656.

- Moran-Salazar, R. G., Sanchez-Lizarraga, A. L., Rodriguez-Campos, J., Davila-Vazquez, G., Marino-Marmolejo, E. N., Dendooven, L., & Contreras-Ramos, S. M. (2016). Utilization of vinasses as soil amendment: consequences and perspectives. *SpringerPlus*, 5(1), 1007.
- Nardi, S., Carletti, P., Pizzeghello, D., & Muscolo, A. (2009). *Biological Activities of Humic Substances*, (pp. 305–339). John Wiley & Sons, Inc.
- Nassar, A. H., El-Tarabily, K. A., & Sivasithamparam, K. (2005). Promotion of plant growth by an auxin-producing isolate of the yeast *williopsis saturnus* endophytic in maize (*zea mays* l.) roots. *Biology and Fertility of Soils*, 42(2), 97–108.
- Nassar, R. M., Ahmed, Y. M., & Nassar, D. M. A. (2011). Effect of foliar spray with active yeast extract on morphological, anatomical and yield characteristics of kidney bean (*phaseolus vulgaris* l.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 1071–1079.
- Nassar, R. M., Shanan, N. T., & Reda, F. M. (2016). Active yeast extract counteracts the harmful effects of salinity stress on the growth of *leucaena* plant. *Scientia Horticulturae*, 201, 61 – 67.
- Neelwarne, B. & Halagur, S. B. (2012). *Red Beet: An Overview*, (pp. 1–43). Springer US: Boston, MA.
- Nutaratat, P., Srisuk, N., Arunrattiyakorn, P., & Limtong, S. (2014). Plant growth-promoting traits of epiphytic and endophytic yeasts isolated from rice and sugar cane leaves in thailand. *Fungal Biology*, 118(8), 683 – 694.
- Oancea, F., Velea, S., Fătu, V., Mincea, C., & Ilie, L. (2013). Micro-algae based plant biostimulant and its effect on water stressed tomato plants. *Romanian Journal of Plant Protection*, 6, 104–117.
- Olle, M. (2013). Efektiivsete mikroorganismide mõju kaalika saagile, keemilisele koostisele ja säilivusele. In *Agronoomia 2013* (pp. 174–179). Eesti Maaülikool.
- Olle, M. (2015). Effektiivsete mikroorganismide mõju taliküüslaugu saagile ning kuivaine- ja kaltsiumisisaldusele. In *Agronoomia 2015* (pp. 191–194). Eesti Maaülikool.
- Olle, M. & Narits, L. (2015). Effektiivsete mikroorganismide mõju põldherne saagile ning selle lämmastiku- ja magneesiumisisaldusele. In *Agronoomia 2015* (pp. 86–88). Eesti Maaülikool.
- on Amprayn, K., Rose, M. T., Kecskés, M., Pereg, L., Nguyen, H. T., & Kennedy, I. R. (2012). Plant growth promoting characteristics of soil yeast (*candida tropicalis* hy) and its effectiveness for promoting rice growth. *Applied Soil Ecology*, 61, 295 – 299. Microorganisms and the Sustainable Management of Soil.

- Portu, J., López, R., Baroja, E., Santamaría, P., & Garde-Cerdán, T. (2016). Improvement of grape and wine phenolic content by foliar application to grapevine of three different elicitors: Methyl jasmonate, chitosan, and yeast extract. *Food Chemistry*, 201, 213 – 221.
- Pulk, M. (2015). Biostimulantide mõju sibula saagikusele ja saagi kvaliteedile. Magistritöö, Eesti Maaülikool.
- Põldma, P. & Merivee, A. (2008). Sibulköögiviljade agrotehnika täiustamine toodangu kvaliteedi, säilivuse ja konkurentsivõime tõstmise eesmärgil.
- Põllumajandusamet (2017). www.pma.agri.ee.
- R Core Team (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rajagopal, V., Minhas, P. S., Kumar, P. S., Yogeswar, S., Rao, D. V. K. N., & Avinash, N. (2014). Significance of vinasses waste management in agriculture and environmental quality-review. *African Journal of Agricultural Research*, 9(38), 2862 – 2873.
- Ramya, S. S., Vijayanand, N., & Rathinavel, S. (2015). Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga stoechospermum marginatum on growth, biochemical and yield of solanum melongena. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4(3), 167–173.
- Shehata, S. A., Fawzy, Z. F., & El-Ramady, H. R. (2012). Response of cucumber plants to foliar application of chitosan and yeast under greenhouse conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(4), 63–71.
- Siddagangaiah, K., Raveesha, A., & Vasanth Kumar, T. (2010). Effect of foliar application of phyton-t, a seaweed extract on growth and yield of potato. *Potato Journal*, 37(1–2).
- Szczepanek, M., Wilczewski, E., Pobereżny, J., Wszelaczyńska, E., Keutgen, A., & Ochmian, I. (2015). Effect of biostimulants and storage on the content of macroelements in storage roots of carrot. *Journal of Elementology*, 20(4), 1021–1031.
- Talaat, N. B., Ghoniem, A. E., Abdelhamid, M. T., & Shawky, B. T. (2015). Effective microorganisms improve growth performance, alter nutrients acquisition and induce compatible solutes accumulation in common bean (phaseolus vulgaris l.) plants subjected to salinity stress. *Plant Growth Regulation*, 75(1), 281–295.
- Tejada, M. & Gonzalez, J. (2005). Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. *European Journal of Agronomy*, 23(4), 336 – 347.
- Tradecorp International (2016). Humics. <http://tradecorp.com.es/en/products/humics/>.

- Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., & Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface. *Plant Signaling & Behavior*, 5(6), 635–643.
- Wally, O. S. D., Critchley, A. T., Hiltz, D., Craigie, J. S., Han, X., Zaharia, L. I., Abrams, S. R., & Prithiviraj, B. (2013). Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in arabidopsis following treatment with commercial extract from the marine macroalga *ascophyllum nodosum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(2), 324–339.

Effect of biostimulants on the yield and yield quality of beetroot and carrot

Summary

The aim of this study was to evaluate the effect of biostimulants Humistar, Bioreveil, AllGrow, Effective microorganisms – EM, and Vinasse on the yield and yield quality of beetroot 'Bordoo' and carrot 'Nantes 2'. Vinasse could be called a fertilizer, because it contains significant levels of plant nutrients. Demand for organically grown vegetables has increased during recent years. There are many commercially produced so called plant growth enhancers or biostimulants and fertilizers available that are allowed to be used in organic production.

A field experiment was conducted to determine the effect of biostimulants in organic production environment. There were following treatments in the experiment: 1. control – sprayed 3 times with water, 2. Humistar (humic substances) 1x before sowing and 2x during growth, 3. Bioreveil (based on yeasts) – 3x during growth, 4. AllGrow (a seaweed extract) – 3x during growth, 5. Vinasse (residual product of sugar beet industry) – 3x during growth and 6. Effective microorganisms (EM-5) – 1x after sowing and 2x during growth. Total yield, marketable yield, nitrate content, nitrogen content, phosphorus content, potassium content, calcium content and magnesium content were measured in both crops.

Results showed that none of the biostimulants used in the experiment had significant influence on the marketable yield and magnesium content of red beet. Total yield of red beet was significantly decreased in Bioreveil treatment. Nitrate content of red beet was significantly decreased in all treatments compared to the control. Nitrogen content of red beet was significantly decreased in Vinasse, Bioreveil, AllGrow and EM treatments. Phosphorus content of red beet was significantly decreased in AllGrow, Bioreveil and EM treatment. Potassium content of red beet was significantly decreased in EM and Bioreveil treatment, Calcium content of red beet was significantly decreased in AllGrow, Bioreveil and EM treatments.

Total Yield and marketable yield of carrot was not significantly influenced by any of the biostimulants used in this experiment. None of the preparations had significant influence on nitrate, potassium and magnesium content of carrot. Nitrogen content of carrot was significantly decreased in AllGrow and EM treatments compared to the control. Phosphorus content of carrot was significantly higher in Humistar treatment. Calcium content of carrot was significantly reduced in all treatments compared to the control.

The only biostimulant that achieved expected results was Humistar, but it only increased phosphorus content in carrot. One possible explanation for such results could be a hot and dry growing period in 2013. Also one growing period may not be enough for the biostimulants to affect soil microbiology and plant growth. The results may also be affected by different soil conditions in plots. Yield was measured in 4 repetitions but content of mineral compounds was measured only in 2 repetitions. This could also affect the results.

LISAD

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, _____,
(sünnipäev pp/kuu/aa _____)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Biostimulantide mõju söögipeedi ja porgandi saagikusele ja saagi kvaliteedile,
mille juhendaja on lektor Priit Põldma,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, _____

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)